VISIT…

Цена 50 к.

А. Н. МАЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

А. Н. МАЛОВ

ПРОИЗВОДСТВО ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

А. Н. МАЛОВ
Канд. техн. наук, доцент
(МВТУ им. Баумана)

ПРОИЗВОДСТВО ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Замеченные опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
8	14 снизу	биметалл	изделия из стали	ред.
25	26—27 сверху	Обрезки	Образцы	ред.
99	15 снизу	$K = (D_3 - d_1)$,	$K = 2(D_3 - d_1)$,	корр.

Малов, Производство патронов стрелкового оружия. Зак. 496/1117.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МОСКВА 1947

В книге освещены процессы производства металлических элементов боеприпасов стрелкового оружия. Много места уделяется проектированию инструмента, расчету отдельных операций и разработке технологических процессов производства патронов.

Книга предназначается для инженеров и техников, занятых производством боеприпасов и холодной штамповкой, а также может быть использована в качестве учебного пособия во втузах и техникумах.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство патронов для стрелкового оружия состоит из двух основных этапов:

а) изготовление металлических элементов патронов,

б) монтаж элементов и снаряжение патронов.

Настоящая работа охватывает первый этап, т. е. производство металлических элементов патронов.

В ней обобщен опыт патронных заводов и систематизированы материалы научно-исследовательских работ, проведенных в некоторых институтах и конструкторских бюро при непосредственном участии автора.

В книге последовательно изложены все процессы изготовления металлических элементов патронов.

Теоретические вопросы пластической деформации, металловедение, теория термической обработки сплавов, материальная часть боеприпасов, а также описание устройства станков и прессов изложены в такой мере, в какой это было необходимо при описании технологических процессов. По этим вопросам автор отсылает читателя к специальным руководствам.

Автор приносит благодарность тт. М. В. Возницкой и С. И. Ветошкину за помощь, оказанную ими в процессе создания книги, и ряд ценных советов.

А. Малов.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПАТРОНА

§ 1. Общие сведения

Правильный выбор металла для производства элементов патронов имеет большое значение, так как этим определяется качество изделий, уменьшение брака, увеличение производительности и сокращение сроков освоения новых видов продукции. Знание особенностей металла позволяет технологу установить наиболее рациональную последовательность обработки и режим обработки. Подробное изучение всех свойств металлов не является задачей настоящего руководства и здесь даны лишь краткие сведения, необходимые технологу в его повседневной работе.

В табл. 1 приведены основные виды металлов и их заменителей, применяемых для изготовления элементов патрона.

Таблица 1

Металлы для изготовления элементов патронов стрелкового оружия и малокалиберных автоматических пушек

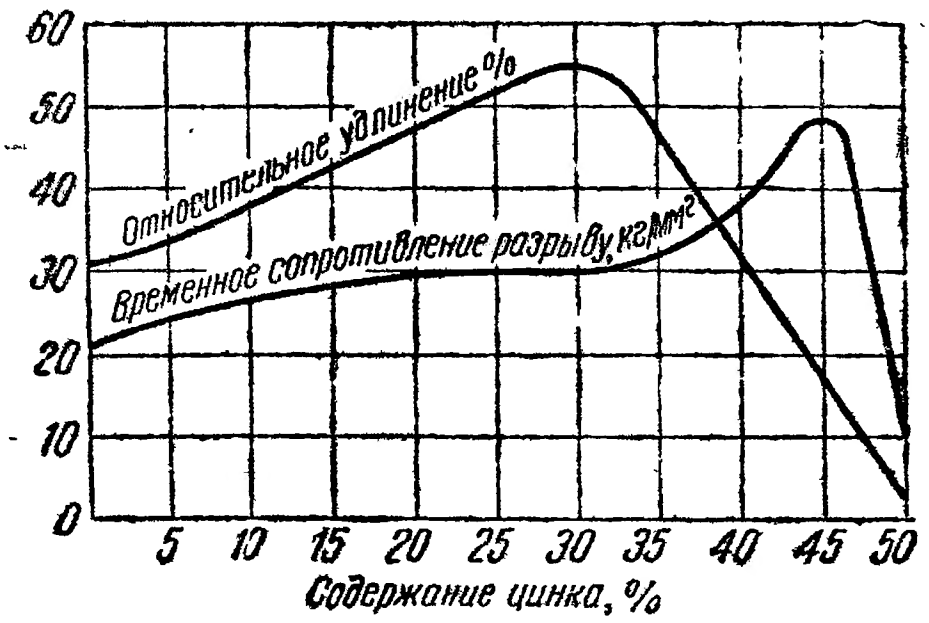
Изделие	Основной металл	Возможные заменители		
		I	II	III
Гильзы	Латунь гильзовая	Биметалл (малоуглеродистая сталь + томпак)	Холоднокатаная малоуглеродистая сталь с последующим лакированием готового изделия или контактным омеднением	Горячекатаная малоуглеродистая сталь с последующим лакированием готового изделия или контактным омеднением
Пульные оболочки	Биметалл (малоуглеродистая сталь + томпак)	Холоднокатаная малоуглеродистая сталь с последующим латунированием	Холоднокатаная малоуглеродистая сталь с последующим оцинкованием готового изделия (пули)	—
Стаканчики, трубчатые сердечники, прокладки	Биметалл (холоднокатаная малоуглеродистая сталь + томпак)	Холоднокатаная малоуглеродистая сталь	Горячекатаная малоуглеродистая сталь	—

Изделие	Основной металл	Возможные заменители		
		I	II	III
Сердечники для обычных пуль	Сплав свинца и сурьмы	Холоднотянутая малоуглеродистая сталь	—	—
Сердечники бронебойные нормальные	Холоднотянутая инструментальная сталь марки У12А	Холоднотянутая сталь марки У12	Хромистые стали марки У12ХА	—
Сердечники бронебойные для толстой брони	Металлокерамиковые сплавы марок РЭ6 и Реникс-6	Металлокерамиковые сплавы марок Н4, ПР6 и П6	—	—
Рубашки	Сплав свинца и сурьмы	—	—	—

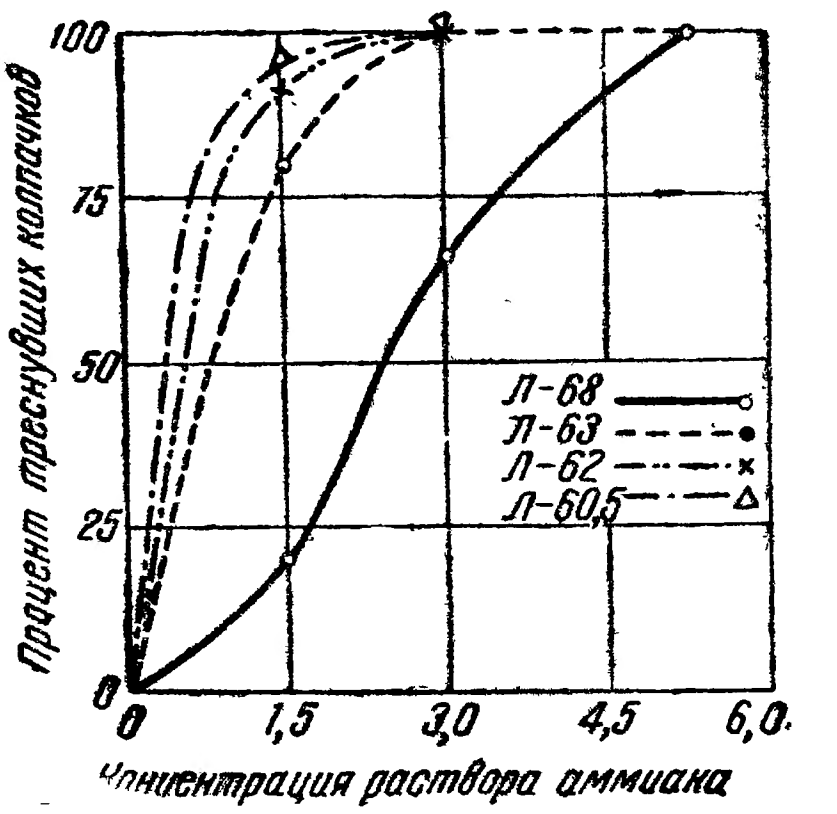
Примечание. Заводы США и Англии изготовляют гильзы всех калибров из латуни, заводы Германии и Чехословакии—из стали.

§ 2. Латунь гильзовая

Латунь представляет собой медноцинковый сплав, механические свойства которого в основном зависят от содержания цинка, что и подтверждается диаграммой Шарпи, показанной на фиг. 1.



Фиг. 1. Диаграмма Шарпи.



Фиг. 2. Влияние химического состава латуни на растрескивание под влиянием остаточных напряжений.

Из диаграммы видно, что наибольшее удлинение имеет сплав с 30%-ным содержанием цинка, а наибольшее сопротивление разрыву — сплав с 45% цинка.

Учитывая условия работы гильзы во время выстрела и технологические требования (способность материала к вытяжке), наиболее целесообразной маркой латуни для гильз является сплав с содержанием цинка от 32 до 28%.

Инж. Градусов указывает, «что в отожженном состоянии это — наиболее пластичный сплав из собственно латуней, наименее всего подвер-

женный коррозии, наименее склонный к саморастрескиванию под влиянием остаточных напряжений в процессе хранения». Это положение подтверждается фиг. 2.

Помимо цинка, на качество латуни оказывает влияние ряд неизбежных примесей; особо вредными из них являются:

а) висмут, сообщающий хрупкость латуни в холодном и горячем состоянии, если содержание его больше 0,05%;

б) сурьма, снижающая пластичность в холодном состоянии, если содержание ее больше 0,05%;

в) железо, снижающее пластичность и сообщающее хрупкость, если содержание его больше 0,1%;

г) свинец, снижающий пластичность в горячем состоянии;

д) сера, сообщающая пузыристость при отливке.

Исходя из изложенных соображений, для гильз рекомендуется сплав, химический состав, физические и механические свойства которого приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Состав и свойства гильзовой латуни

Химический состав (в %)	
Медь	67—70
Цинк	32—30
Никель	0,3
Железо	0,1
Свинец	0,005
Фосфор	0,005
Мышьяк	0,005
Сера, Сурьма	следы
Висмут	0,002

Механические свойства	
Сопротивление разрыву, *кг/мм²*	30—35
Относительное удлинение, %	45—60
Твердость по Бринелю, *кг/мм²*	45—55
Модуль упругости, *кг/мм²*	11 000—12 000

Физические свойства	
Температура плавления	950°
Усадка, %	1,86
Температура отжига	600—650°
Удельный вес	8,6

Возможность использования указанной марки латуни зависит не только от состава и механических свойств латуни, но и от структуры ее; последняя должна быть мелкозернистой, в противном случае поверхность колпачков в сильно деформированных участках получается шероховатой. Кроме того, крупнозернистая латунь может самопроизвольно растрескиваться даже в отожженном состоянии.

Влияние структуры латуни на качество изделий, получаемых вытяжкой, установлено рядом специальных опытов. Приводим данные опытов с латунью марки Л-68.

Количество зерен на 1 *мм²*	Результаты вытяжки
900	Чистая гладкая поверхность
600	Небольшая шероховатость
150	Очень большая шероховатость
100	При вытяжке разорвалась

Отсюда видно, что чем мельче зерно, тем чище поверхность вытяжки, но одновременно с этим выше твердость латуни (табл. 3).

Для уменьшения брака при изготовлении гильз в технических условиях на латунь необходимо указывать размер зерна. Для определения

Таблица 3

Твердость по Бринелю в зависимости от величины зерна

Величина зерна *мм*	*H*	Величина зерна *мм*	*H*
0,150	47	0,044	60
0,098	50	0,034	65
0,058	55	0,029	69

размерности зерна следует составить шкалу эталонов, приняв за основу шкалу величины зерна в прокатных α-латунях ($^{70}/_{30}$) по стандарту E2-36 ASTM. Средний диаметр зерна в структурах этой шкалы приведен в табл. 4; на фиг. 3 эталоны шкалы сфотографированы при увеличении в 75 раз.

Таблица 4

Средний диаметр зерна в структурах α-латуни (70/30) по стандарту E2-36 (США)

№ по шкале	Средний диаметр зерна, *мм*	№ по шкале	Средний диаметр зерна, *мм*
1	0,010	6	0,065
2	0,015	7	0,090
3	0,025	8	0,120
4	0,035	9	0,150
5	0,045	10	0,200

Как показывает практика, допустимыми для глубокой вытяжки являются латуни с средним диаметром зерна 0,045—0,090 *мм*.

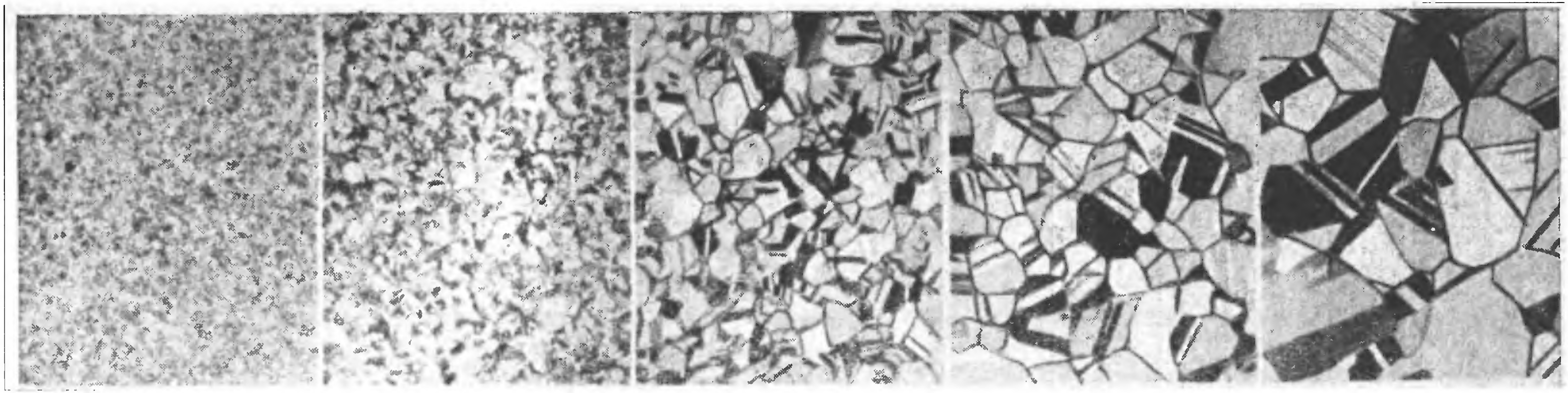
§ 3. Биметалл и холоднокатаная малоуглеродистая сталь

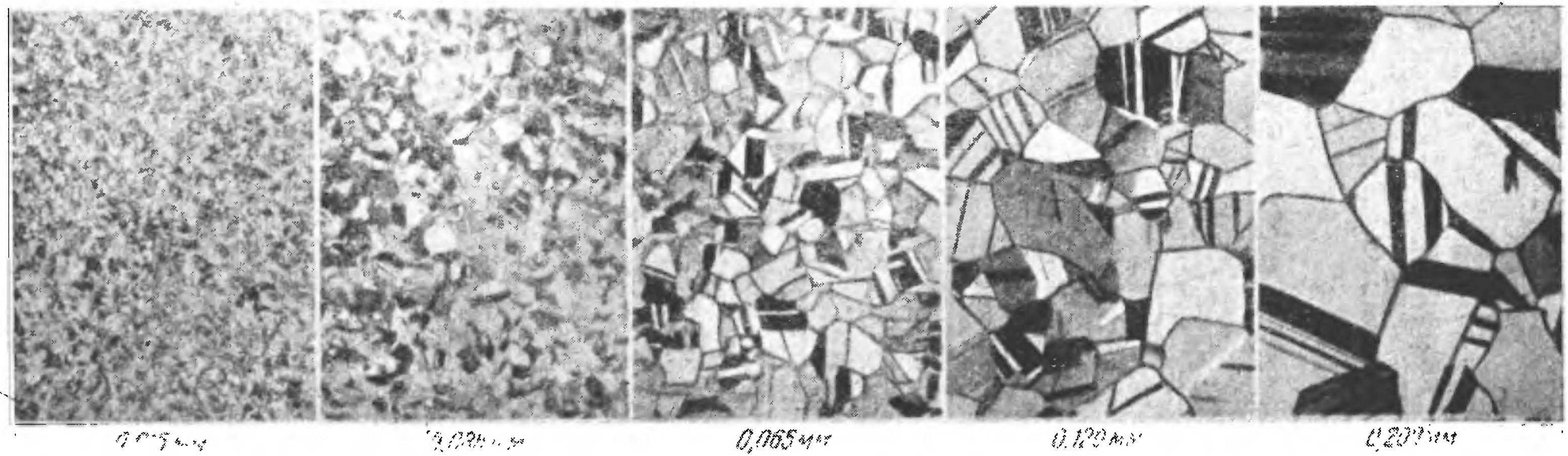
Для экономии цветных металлов на заводах СССР, Чехословакии и Германии широко применяется биметалл, т. е. плакированная томпаком малоуглеродистая холоднокатаная сталь и малоуглеродистая холоднокатаная сталь, подвергаемая в процессе производства контактному омеднению или бондеризации (фосфатированию), облегчающих процесс вытяжки и предохраняющих от коррозии; в готовом виде биметалл покрывают латунью, оцинковывают или лакируют в зависимости от назначения элемента патрона. Латунированию и оцинкованию подвергают пульные оболочки, гильзы лакируют, а остальные элементы патрона могут быть оставлены с покровом контактного омеднения или бондеризации. Биметалл и холоднокатаная сталь в настоящее время являются наиболее распространенными материалами, применяемыми для производства патронов. Биметалл (сталь-томпак) может быть получен путем:

а) горячего покрытия (покрытие под давлением в нагретом состоянии);

б) электролитического покрытия.

Покрытие стали томпаком предохраняет стальной слой от ржавления и является густой смазкой при вытяжке.





Фиг. 3. Шкала размера зерна латуней марки Л-70 по стандарту Е2-36 (США).

Толщина слоя томпака, покрывающего сталь, берется от 4 до 6% толщины основного слоя стали.

Химический состав томпака марки ЛТ-90 (в %):

медь	89—91
цинк	11—9

Химический состав, механические и физические свойства основного слоя биметалла и голой стали приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав, механические и физические свойства холоднокатаной малоуглеродистой стали для гильз, оболочек, стаканчиков и других элементов патрона

	Гильза	Пульная оболочка и остальные элементы
Химический состав (в %)		
Углерод	0,12—0,20	До 0,11
Марганец	0,35—0,6	0,35—0,6
Кремний, не более	0,08	0,08
Сера	0,04	0,04
Фосфор	0,035	0,035
Хром	0,15	0,15
Медь	0,2	0,2
Никель	0,3	0,3
Сера и фосфор	0,07	0,07
Механические свойства		
Сопротивление разрыву, *кг/мм²*	32—40	27—37
Относительное удлинение, %	28—34	27
Твердость по Роквеллу, шкала *B*	50—60	45—55
Модуль упругости, *кг/мм²*	21 500—22 000	21 500
Физические свойства		
Температура плавления	1400°	1400°
Температура отжига	620—700°	620—700°
Удельный вес	7,85	7,85

Примечания. 1. Химическим анализом определяют как содержание углерода, так и элементы, входящие в твердый раствор с ферритом, кремний и фосфор, которые делают сталь более жесткой, твердой и хрупкой.

2. Указанные выше цифры даны для отожженного металла, имеющего вполне определенное структурное состояние.

Качество изделий, получаемых методом глубокой вытяжки из холоднокатаной стали биметалла, зависит от структуры стали, т. е. размера зерна, наличия и характера неметаллических включений, харак-

тера перлита и т. п. Таким образом качество металла оценивается по данным химического анализа, механическим свойствам и структуре.

Величину зерна измеряют сравнением микроструктуры его при увеличении на 100 со стандартными изображениями зерен, принятыми Американским обществом испытания материалов (ASTM). Величина зерна обозначается соответствующим номером. В основу же нумерации положена средняя натуральная площадь зерна, определенная по формуле:

$$f = 500 \cdot 2^{8-N} \quad \text{или} \quad n = 2^{N-1},$$

где n — число зерен на площади 6,25 $см^2$ (1 $дм^2$);

f — натуральная площадь зерна в квадратных микронах (μ^2);

N — стандартный номер зерна по ASTM.

В табл. 6 приведены величины (площади) зерен, соответствующие каждому баллу шкалы, а на фиг. 4 — эталоны шкалы.

Таблица 6

Величина зерна по шкале Американского общества испытания материалов (ASTM)

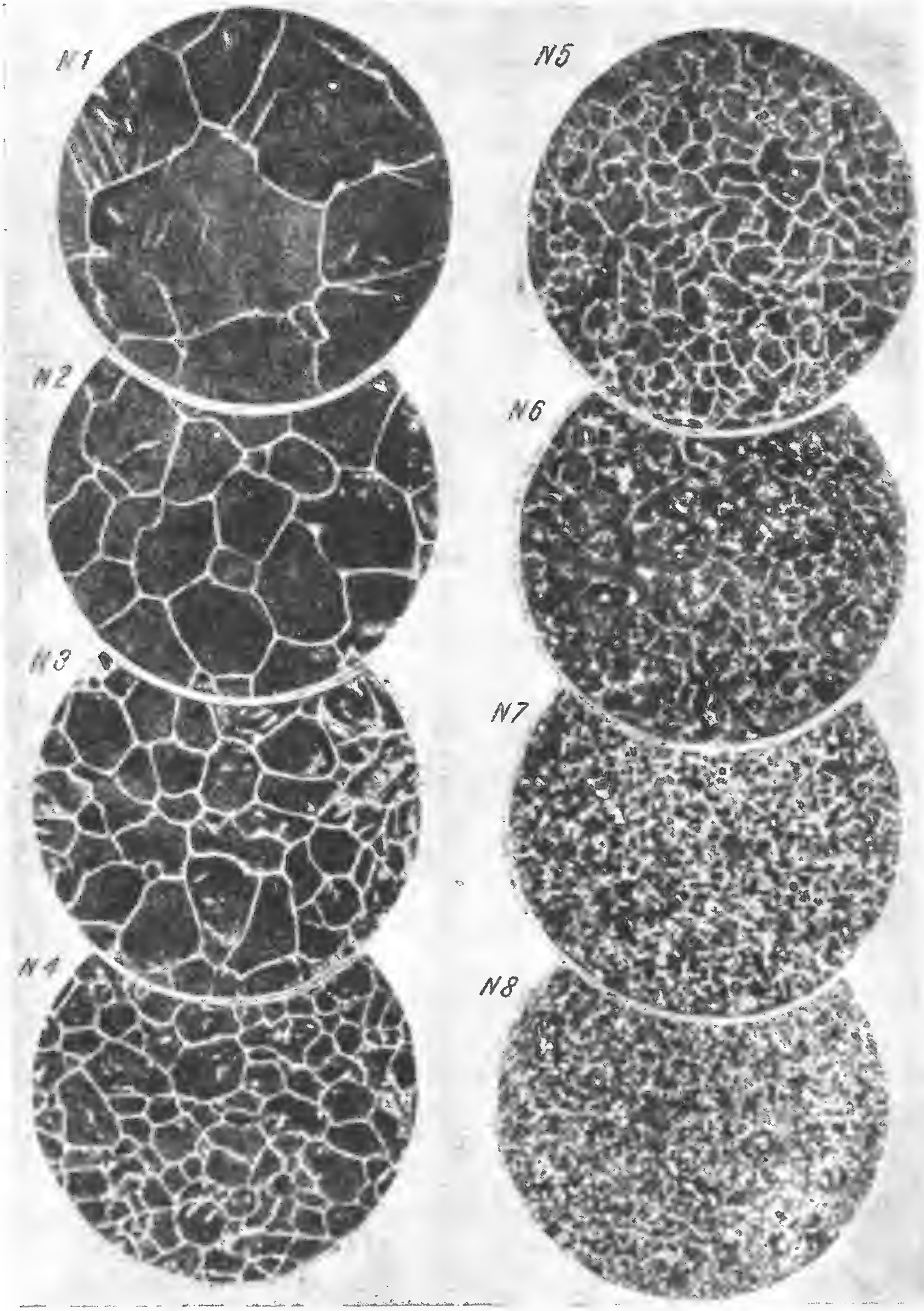
№ шкалы	Средняя натуральная площадь зерна μ^2	Среднее число зерен на площади 1 $мм^2$	№ шкалы	Средняя натуральная площадь зерна μ^2	Среднее число зерен на площади 1 $мм^2$
1	64 000	16	5	4 000	256
2	32 000	32	6	2 000	512
3	16 000	64	7	1 000	1 024
4	8 000	128	8	500	2 048

Примечание. При наличии смешанных зерен, т. е. когда в структуре присутствуют две характерные группы резко отличных крупных и мелких зерен, они обозначаются двумя соответствующими им номерами, например № 2-6. Желательно при этом обозначить в процентах относительную площадь, занимаемую крупными и мелкими зернами.

Для определения неметаллических включений, полосчатости, наличия структурно-свободного цементита и характера перлита следует составить эталоны или использовать уже известные в литературе и принятые в качестве образцов.

Наибольшими пластическими свойствами при всех прочих равных условиях (химический состав, размерность зерна и т. д.) будет обладать сталь, в которой структура полосы заготовки после отжига состоит из феррита и мелкого зернистого перлита.

Размер зерна феррита рекомендуется 6 или 7-го номеров и только в порядке исключения для трубчатых сердечников — 5-й номер. Крупное зерно 1, 2, 3 и 4-го номеров неизбежно приводит к разрывам и не обеспечивает гладкой поверхности; мелкое же зерно номера 8 характерно для сорбитообразного перлита, имеющего повышенную жесткость, что вызывает плохую деформируемость и пониженную стойкость инструмента. Особое значение имеет однородность размера зерен. Пестрота размеров зерен вызывает неоднородность деформации при глубокой вытяжке, что приводит к разрывам.



Фиг. 4. Размеры зерна феррита по ASTM.

Необходимо проследить, чтобы в полосе не было структурно свободного цементита, так как он является, как правило, не только причиной брака (разрывов) в процессе изготовления, но и в готовом изделии. Причиной разрывов и расслоений являются также неметаллические включения и полосчатость, величина которых должна быть ограничена. На фиг. 5 приводятся допустимые и недопустимые структуры металла, установленные на патронных заводах.

§ 4. Горячекатаная малоуглеродистая сталь

Наряду с холоднокатаной малоуглеродистой сталью для изготовления гильз в исключительных случаях применяют и горячекатаную неотожженную малоуглеродистую сталь. Характеристика этой стали приведена в табл. 7.

Таблица 7

Химический состав и механические свойства горячекатаной неотожженной малоуглеродистой стали

Химический состав (в %)	
Углерод	0,15—0,18
Кремний, не более	0,05
Медь, не более	0,2
Никель, не более	0,35
Марганец	0,35—0,55
Сера, не более	0,03
Хром, не более	0,2
Механические свойства	
Сопротивление разрыву, *кг/мм²*	32—44
Относительное удлинение, %	24—27
Твердость по Роквеллу (шкала *B*)	62—56

Несколько повышенное сопротивление разрыву и пониженное удлинение горячекатаного металла по сравнению с холоднокатаным объясняется тем, что горячекатаный металл находится в нормализованном состоянии, а поэтому имеет перлитную структуру, в то время как холоднокатаный и отожженный металл имеет структуру мелкоглобулярного цементита.

Помимо механических свойств и химического состава, как уже отмечалось ранее, большое значение имеет структурное состояние полосы заготовки. Практика показала, что величина ферритного зерна должна быть не ниже 6-го балла (по шкале, приведенной для холоднокатаной полосы), оксиды — не свыше 2-го балла, сульфиды — не свыше 3-го балла. Сумма сульфидов и оксидов в одном поле зрения не должна превышать 3-го балла, полосчатость не должна превышать 2-го балла, а структурно-свободный цементит в виде грубой сетки и пластинок не допускается.

§ 5. Железо „Армко“

В ряде западноевропейских стран была сделана попытка применения железа «Армко».

Гильзы, изготовленные из железа «Армко», получили положительную оценку, однако широкого применения вследствие значительной стоимости железо «Армко» не нашло.

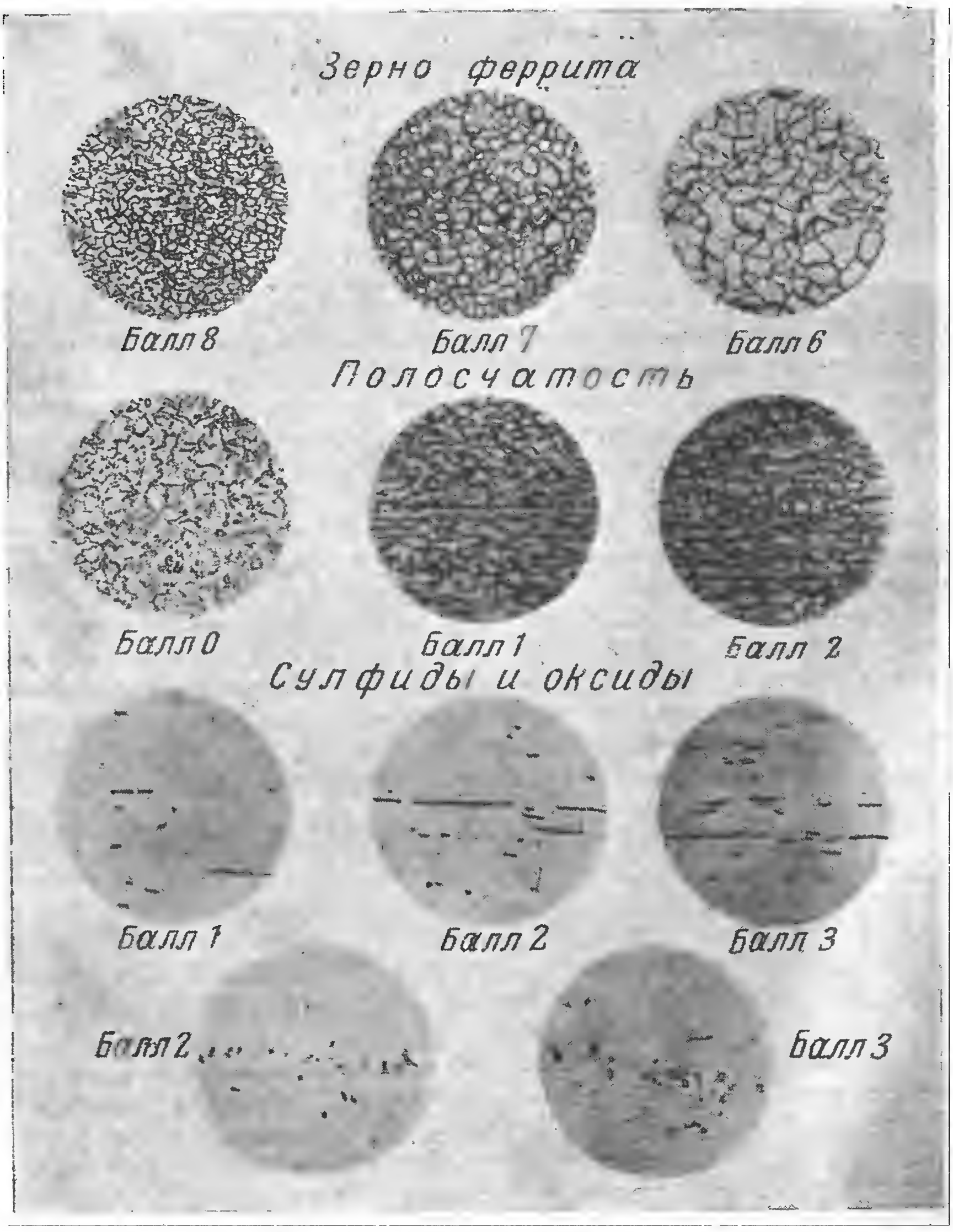
§ 6. Свинец

Свинец в чистом виде применяется редко. Для сердечников и свинцовых рубашек, как правило, применяется сплав свинца и сурьмы. Химический состав, физические и механические свойства этого сплава приведены в табл. 8. Заметим, что свинец для рубашек берется марок С1, С2, С3, а для сердечников — С1, С2, С3 и С4 (ГОСТ 1292-41).

Таблица 8

Состав и свойства свинцово-сурьмянистого сплава для изготовления свинцовых сердечников и рубашек

Химический состав (в %)	
Свинец	97,8—98,2
Сурьма	1,5 2
Остальные примеси	0,2—0,3
Механические свойства	
Сопротивление разрыву, *кг/мм²*	2—2,5
Относительное удлинение, %	45—50
Модуль упругости, *кг/мм²*	1500—1700
Твердость по Бринелю, *кг/мм²*	6,5 7
Физические свойства	
Температура плавления	325—327°
Температура литья	350 400°
Удельный вес	11,94



Фиг. 5. Металлографическая характеристика

При отсутствии свинца сердечники, как уже указывалось в табл. 1, могут быть изготовлены из обычной конструкционной малоуглеродистой стали марки «10».

§ 7. Сталь для бронебойных сердечников

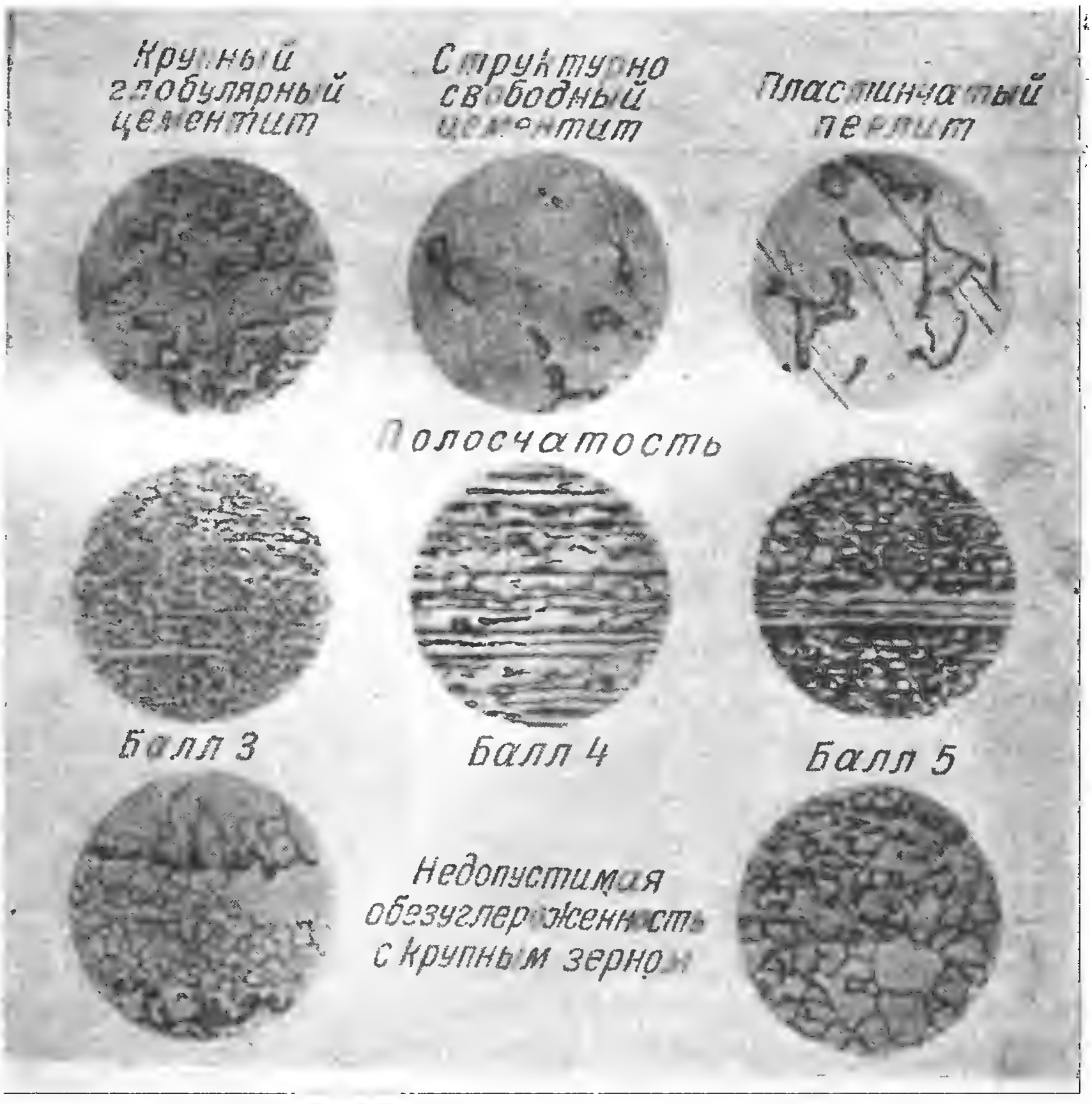
Бронебойные сердечники изготовляются из углеродистой инструментальной стали марки У12А или У12.

Химический состав, механические и физические свойства стали приводятся в табл. 9.

Таблица 9

Состав, механические и физические свойства стали для бронебойных сердечников

Химический состав (в %)	
Углерод	1,10—1,25
Марганец	0,15—0,25
Кремний	0,3
Сера	0,02—0,03
Фосфор	0,03—0,04
Механические свойства	
Сопротивление разрыву, *кг/мм²*	65—95
Твердость по Бринелю, *кг/мм²*	170—207
Физические свойства	
Температура закалки	770—750°
Температура нормализации	850—895°
Закалочная среда	Вода при температуре 20—25°



холоднокатаной стали и биметалла для гильз.

Структура стали, используемой для сердечников, должна быть однородной и мелкозернистой. Цементитная сетка в стали не допускается, а общая суммарная глубина обезуглероживания при двухстороннем измерении в одном сечении не должна превышать 5% от диаметра прутка.

Для бронебойных сердечников применяют хромистую сталь марки У12ХА (см. табл. 1).

Химический состав этой стали следующий (в %):

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
1,15—1,25	0,35	0,3	0,03	0,03	1,45—1,65	Не более 0,3

§ 8. Металлокерамические сплавы

Для повышения бронепробиваемости бронебойные сердечники изготовляют из металлокерамических сплавов. Состав, механические и физические свойства некоторых марок металлокерамических сплавов приводятся в табл. 10.

Таблица 10

Состав, механические и физические свойства металлокерамических сплавов для бронебойных сердечников

	Марки сплава		
	РЭ-6	Реникс-6	Н4
Химический состав (в %)			
Вольфрам	86,7—87,3	87—88	86,2—87
Углерод общий, не менее	5,3	5,2	5,4—6,0
В том числе свободный, не более	0,1	0,1	0,25
Никель	—	6,0	3,5÷4,5
Кобальт	6,0÷6,5	—	—
Железо и другие примеси	1,5	1,5	1,2
Механические свойства			
Твердость по Роквеллу при нагрузке в 60 *кг* не менее	87,5	88	87
Сопротивление изгибу не менее, *кг/мм²*	140	110	100
Физические свойства			
Удельный вес, не менее	14,5	14,7	14,55

§ 9. Профиль исходных материалов и точность размеров

По своему профилю металл, предназначенный для изготовления элементов выстрела, разделяется на полосу, ленту и пруток. Особенности производства патронов, а именно: точность, малые допуски по весу, и массовость производства вызывают необходимость требовать в исходном материале жестких допусков по геометрическим размерам. В табл. 11, 12, 13, 14 приведены допустимые отклонения линейных характеристик, установленные длительной заводской практикой.

Таблица 11

Допустимые отклонения по ширине и длине полос и лент

I. Допустимые отклонения по ширине, *мм*

Для полос

Толщина полос, *мм*	Ширина полос, *мм*				
	30—50	50—75	75—125	125—150	150—200
0,5—1	±0,5	±0,7	±0,7	±0,8	±1
1—3	±1	±1	±1	±1	±1,5
3—6	±1	±1,5	±1,5	±1,5	±2
6—10	±1,5	±2	±2	±2,5	±3

Для лент

Толщина ленты, *мм*	Точность изготовления, *мм*	
	нормальная	повышенная
0,1—0,5	—0,3	—0,2
0,4—1	—0,4	—0,3
1—1,5	—0,6	—0,4

II. Допустимые отклонения по длине:

а) длина отдельных лент в рулоне должна быть не менее 5 *м*;

б) длина отдельных полос должна быть в пределах 750—2000 *мм*.

Запуск в производство полос длиной 350 — 750 *мм* по договоренности между заказчиком и поставщиком возможен при условии, если вес этих полос составляет не более 15% веса партии.

Таблица 12

Допустимые отклонения на серповидность

По ребру полос

Длина полосы, *мм*	Допуск на серповидность для гильз, *мм*	Допуск на серповидность для пульных оболочек
До 500	До 2	2
500—1000	„ 5	5
1000—1500	„ 8	10
1500—2000	„ 10	12

По ребру ленты

При ширине ленты до 50 *мм* — не более 3 *мм* на 1 *м*

„ „ „ более 50 *мм* — „ „ 2 *мм* „ 1 *м*

Таблица 13

Допустимые отклонения по толщине полос и лент

Толщина *мм*	0,4—0,7	0,7—0,05	0,95—1,35	1,35—1,75	1,75—2,3	2,3—3	3—5	>5
Допустимые отклонения *мм*	—0,04	—0,05	—0,06	—0,08	—0,1	0,12	—0,15	—0,15—0,2

Таблица 14

Допустимые отклонения для пруткового материала, *мм*

Назначение прутка	Диаметр, *мм*				
	5—6,5	6,5—12	12—15	15—20	20—25
Свинцовые сердечники	0,08	0,12	0,12	—	—
Свинцовые рубашки	—	0,2	0,25	0,3	0,35
Стальные сердечники	0,08	0,1	0,12	0,15	0,2

§ 10. Контроль исходного материала

Исходный материал для металлических элементов патрона проверяют по: а) наружному виду и размерам, б) механическим свойствам, в) химическому составу, г) технологическим свойствам.

Таким образом для получения изделий хорошего качества необходимы тщательный контроль материала, его сортировка по принципу однородности свойств и размеров, своевременная, в связи с отклонениями, корректировка технологического процесса.

Нарушение этих условий приводит к:

1) повышенному проценту брака в процессе производства;
2) повышенному расходу рабочего инструмента;
3) остановке производства вследствие засорения потока заготовками, не обеспечивающими требуемых техническими условиями боевых качеств патрона.

А. Контроль исходного материала по наружному виду и размерам

а) Полосы и ленты

Основными качественными показателями при контроле по наружному виду полос и лент являются:

1) состояние поверхности;
2) отсутствие свищей, раковин, расслоений;
3) отсутствие надрывов, царапин;
4) отсутствие нарушения и неплотностей приварки слоя томпака в случае применения биметалла.

Поверхность металла не должна иметь общего и частичного окисления, рисок и надрывов по кромке полосы.

Окисленная поверхность снижает стойкость рабочего инструмента.

Окисление или загрязнение поверхности местного характера, помимо надрывов, способствуют также получению косого и разностенного колпачка при свертке.

Это легко установить, если взять полосу, на поверхности которой имеются цвета побежалости или загрязнения, и вырубить кружок так, чтобы участок с цветом побежалости был частично в зоне вырубленного кружка.

Наличие различных условий сопротивления течению материала по поверхностям пуансона и матрицы и вызывает указанные выше недостатки.

При наружном осмотре обнаруживают и другие пороки, например, полосы с неправильной геометрической формой, как то: винтообразные

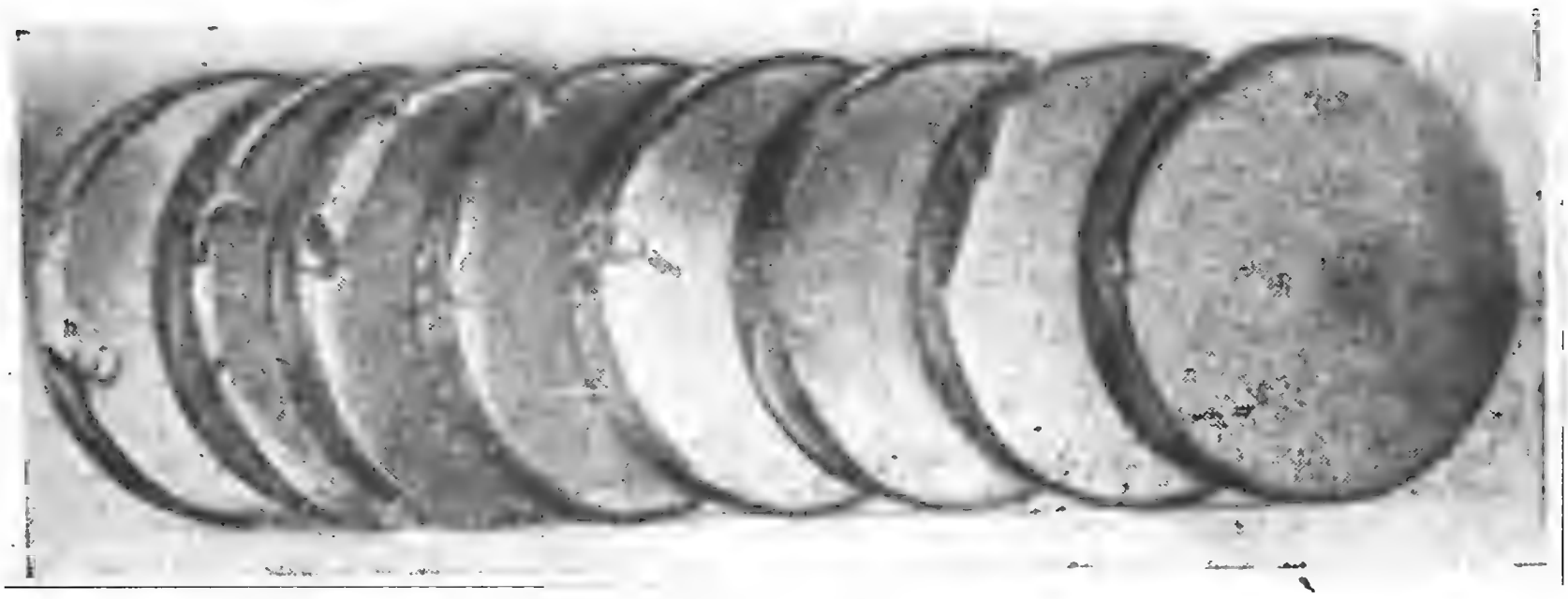
полосы, полосы с косо обрезанными концами (косина среза не должна быть больше 10 *мм*) и полосы с надрывами по боковой кромке.

Все эти дефекты приводят к нарушению нормальной работы механизмов подачи, а следовательно, к просечкам, что дает некондиционный колпачок и понижает стойкость сверточного и вытяжного инструмента.

Если надрывы по кромке полосы достигают значительной величины, они попадают на кромку кружка (фиг. 6) и, следовательно, при свертке колпачка дают трещину по боковой поверхности.

Полосы с этим дефектом необходимо изолировать или пускать в производство с уменьшенным числом рядов вырубки по ширине полосы.

Весьма опасным дефектом, в особенности для стальных или биметаллических полос, идущих на изготовление гильз, являются царапины



Фиг. 6. Кружки с надрывами по кромке.

на поверхности полосы. Царапины — одна из основных причин, вызывающих появление трещин по корпусу гильзы, демонтаж пуль и т. д. Трещины, получившиеся в результате царапин на исходном материале или полученные при вытяжке, легко распознать после выстрела, так как они имеют вид прямой линии. Особенно трудно производство гильз из горячекатаной стали, так как одна из поверхностей полосы всегда имеет большое количество мелких рисок. Этим объясняется повышение процента брака в производстве. Для более легкого выделения дефектных гильз по царапинам на осмотре при вырубке и свертке следует подавать полосу так, чтобы полированная поверхность была обращена в сторону пуансонов, т. е. была бы в колпачке внутренней поверхностью.

Заметим, что на остальные элементы патрона царапины оказывают меньшее влияние, а поэтому если число, а главное, глубина царапин незначительны, — металл может быть пущен в производство.

Использование металла с расслоением порождает брак в процессе производства, обнаруживаемый иногда только в момент стрельбы, поломку инструмента, оборудования и, наконец, оружия. На фиг. 7 показаны различные виды брака при изготовлении гильз вследствие расслоения исходного материала.

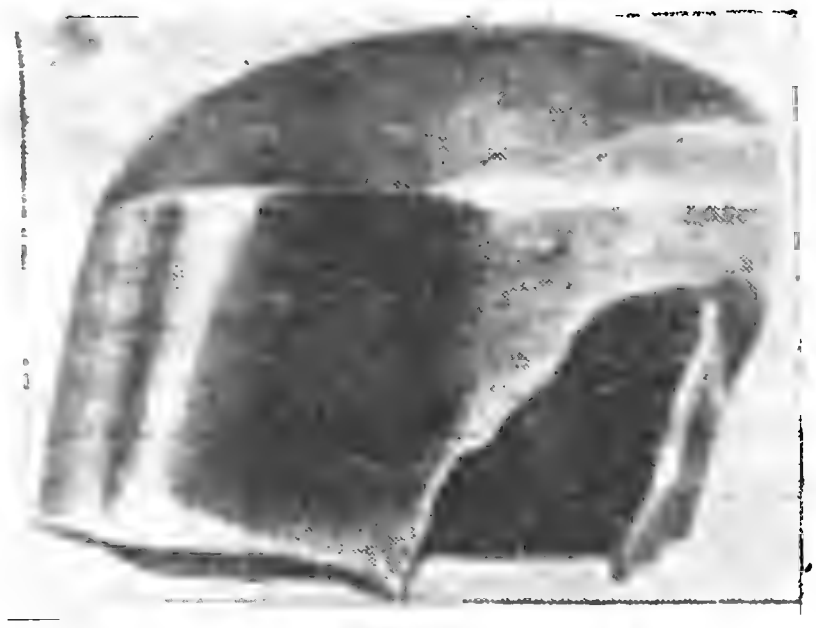
На фиг. 7, *б* показан брак вследствие расслоения металла при свертке в колпачке; в одном случае получился кольцевой надрыв, что привело к изгибу и поломке пуансона, а в другом случае — обрыв части колпачка и поломка пуансона.

Иногда (фиг. 7, *б*) в процессе свертки колпачка происходит сдвиг одной части металла относительно другой, что не дает возможности осуществить полное свертывание и вызывает прорыв дна. Как видно из приведенных примеров, расслоения на первичных операциях приводят к повышению издержек в производстве.

а)

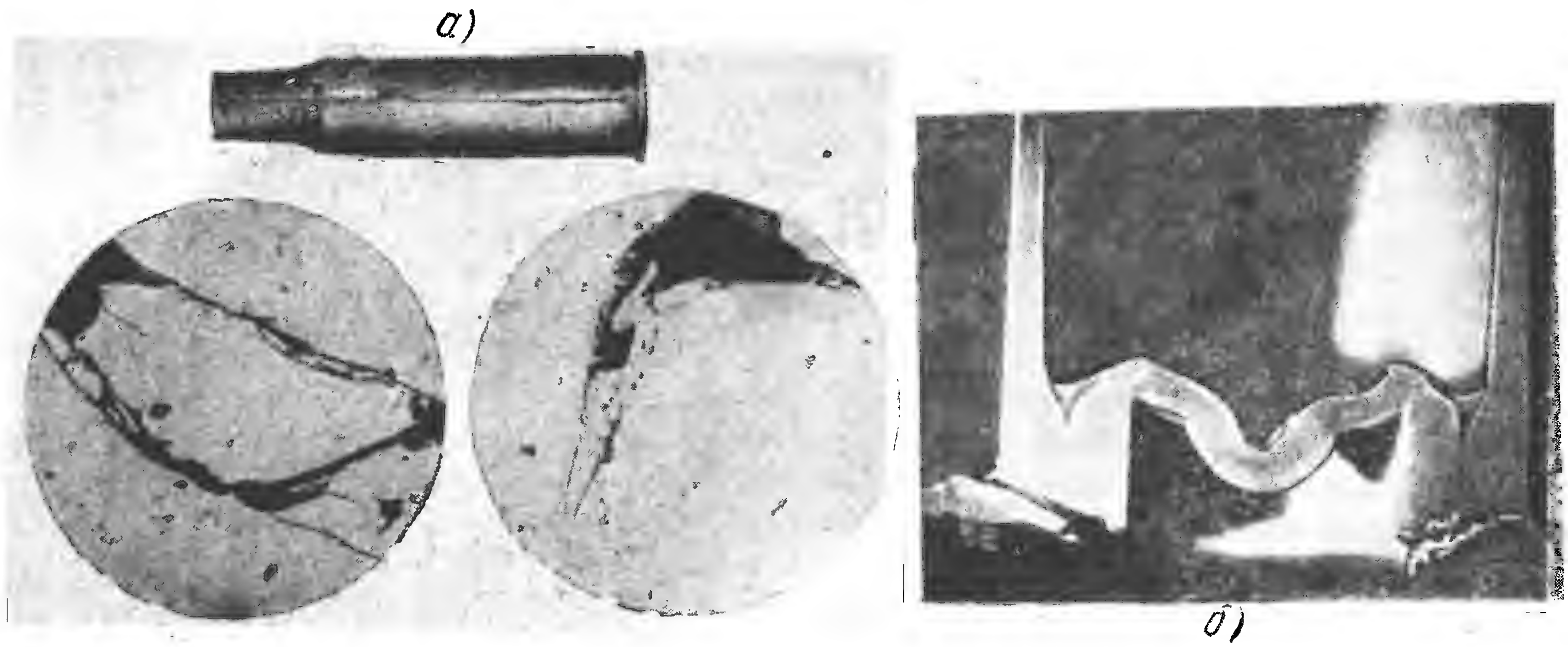
б)

в)



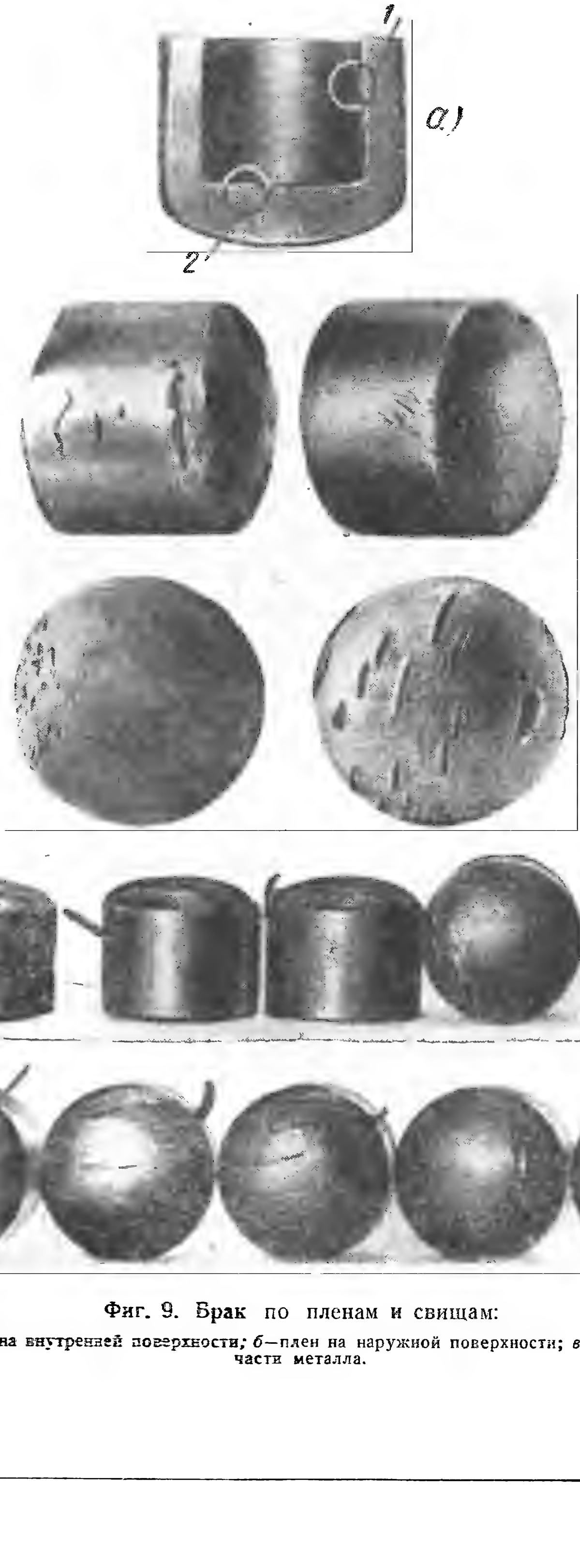
Фиг. 7. Брак вследствие расслоения металла:

а—кольцевой надрыв на боковой поверхности; *б*—обрыв части колпачка; *в*—отрыв дна колпачка.



Фиг. 8. Брак вследствие расслоения, выявляемый при стрельбе:

а—расслоение, вызвавшее трещину; б—расслоение, вызвавшее отрыв шляпки.



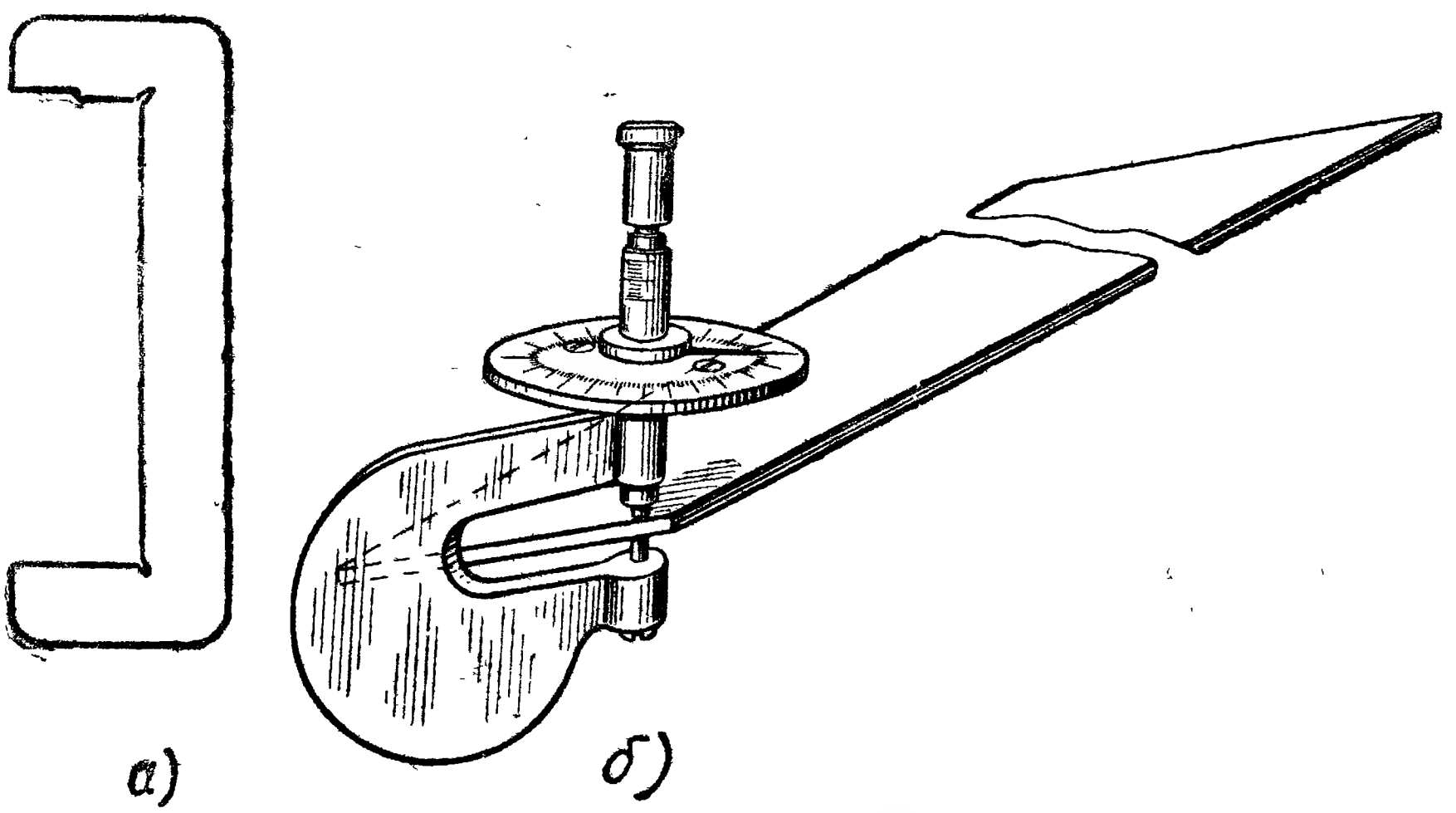
Фиг. 9. Брак по пленам и свищам:

а—плен на внутренней поверхности; *б*—плен на наружной поверхности; *в*—отслоение части металла.

Более опасны случаи, когда расслоение оказывается возможным выявить не на первичных операциях, а только при стрельбе (фиг. 8).

Близкими по природе и не менее опасными дефектами металла являются плены, свищи и т. д. Примеры брака вследствие попадания в производство металла с этими дефектами показаны на фиг. 9. Плены на наружной и внутренней поверхностях колпака опасны, так как если своевременно не удалить колпачки и из них изготовить гильзы, то при стрельбе в зоне плены получается прорыв, выпучивание металла, а иногда и отрыв части гильзы.

Большим недостатком биметаллических полос являются неплотности приварки томпака и надрывы. Наличие таких недостатков выявляется на первичных операциях, а чаще — при наружном осмотре готовых изделий. Если при осмотре, особенно гильз, не будет обнаружено нарушение плакированного слоя и гильза будет доведена до стрельбы, может произойти ее разрушение или тугое экстрактирование.



Фиг. 10. Инструмент для контроля полос:
а—скоба для ширины полосы; *б*—специальный микрометр для толщины.

Следует отметить, что нарушение слоя томпака всегда, как правило, приводит к понижению стойкости инструмента, а иногда и к поломке. Если обнаруженные дефекты полос носят местный характер, в ограниченной площади (допускается не более одного с площадью менее 4 *см*^{2} на длине 200 *мм*), рекомендуется бракованные места закрашивать яркой краской, с тем чтобы во время осмотра колпачки с дефектами можно было легко изолировать.

Помимо наружного осмотра, как указывалось выше, полосы и ленты подвергают лекальному обмеру по толщине, ширине и серповидности.

Для обмера полос по ширине пользуются скобой, а для обмера толщины — скобой или специальным микрометром (фиг. 10). Длины полос обычно не проверяют, но завод-поставщик обязан поставлять полосы длиной от 750 до 2000 *мм*, так как полосы длиннее 2000 *мм* неудобны в производстве, а короче 750 *мм* увеличивают расход металла и снижают производительность при вырубке вследствие снижения коэфициента использования пресса. При обмере толщины полос следует обратить внимание на колебание размеров в пределах одной полосы, так как это приводит к повышенной разностенности при сверт-

ке. Серповидность оценивается по величине стрелы изгиба полосы и не должна быть более размеров, приведенных в табл. 12.

б) Прутки для сердечников обычных и бронебойных пуль

Так же, как и при контроле полос и лент, прутки осматривают по наружному виду и обмеряют по диаметру. При осмотре прутков следует обращать внимание на чистоту поверхности. Шероховатая поверхность затрудняет монтаж сердечника и свинцовой рубашки и вызывает необходимость шлифовки сердечника. Помимо этого, на поверхности прутка не должно быть трещин, закатов, плен, волосовин и т. д., а в изломе — пустот, пузырей, трещин, так как эти дефекты увеличивают брак при термообработке и понижают боевые качества сердечника.

При контроле сердечниковой стали необходимо проверить величину диаметра, правильность геометрической формы поперечного сечения (овальность); следует также проверить, нет ли винтообразности. Пользование металлом с дефектами по размерам и форме всегда затрудняет монтаж пуль и является одной из причин ухудшения кучности и демонтажа пуль на полете.

Б. Контроль механических свойств металла

При контроле механических свойств металла проверяют: 1) твердость, 2) сопротивление разрыву и относительное удлинение.

Испытание твердости. По твердости в большинстве случаев определяют пригодность металла. Испытание на твердость является дешевым и быстрым средством контроля. Влияние твердости на нормальный ход технологического процесса очевидно. Повышенная твердость металла, подвергаемого свертке, дает надрывы, а мягкий металл — заусенцы по кромке кружка, что затрудняет автоматическую подачу кружков в питателе (табл. 15).

Таблица 15

Влияние твердости на надрывы при свертке колпачков из различных материалов (в %)

Металл	Число твердости по Роквеллу, шкала *B*				
	55—60	60—62	62—64	64—68	>68
Горячекатаная сталь для гильз . .	0,00	1—1,5	2—5	3—20	До 100
Биметалл пульный	0,00	0,05	0,1—0,5	1—5	До 50
Биметалл гильзовый	0,1—0,15	0,15—0,4	2—4	До 15	До 100
Холоднокатаная сталь гильзовая . .	0,2—0,3	0,5—1,0	2—5	До 20	До 100

Из таблицы следует, что твердость по Роквеллу (шкала *B*) для изделий, изготовляемых вытяжкой, в зависимости от характера металла, лежит в пределах для:

латуни	45—50
холоднокатаной гильзовой стали	55—60
биметалла пульного	45—55
биметалла гильзового	55—60
горячекатаной стали	56—62

Твердость металла влияет на стойкость инструмента, чистоту поверхности, а иногда и на длительность технологического цикла изделий, получаемых резанием и штамповкой.

Испытание твердости производится по Бринелю, Роквеллу и Виккерсу и на специальных приборах типа «дио-тестор».

Испытание на разрыв. Испытание на разрыв дает числовую характеристику прочности металла, а относительное удлинение служит числовым показателем вязкости металла. Характеристику вязкости можно получить и другим путем, сравнивая величины сопротивления разрыву и предел текучести. Если числовые величины предела текучести и сопротивления разрыву близки друг другу, то это указывает, что предел пластических деформаций металла ограничен и его вязкость мала. Для испытания на разрыв обычно берут не менее двух полос от каждой тонны поставленного металла, из которых и вырезают по одному образцу.

Следует указать, что на временное сопротивление разрыву размер и форма образца влияния не оказывают. Относительное же удлинение резко изменяется в зависимости от соотношения между поперечным сечением и его длиной, поэтому необходимо выдерживать стандартный размер образца. Если в производстве свертки колпачков наблюдается значительная фестонистость, следует сравнить численные значения сопротивлению разрыву для образца, вырезанного вдоль полосы и под углом в 45°. Замечено, что при отношении $<1{,}2$ фестонистость отсутствует.

Образцы, вырезаемые из лент или полос, испытывают на разрыв на обычных разрывных машинах. Для испытания обычно применяют обрезки шириной 20 *мм* при расчетной длине $l=11{,}3\sqrt{F}$, где F — поперечное сечение образца в *мм*^{2}. Влияние структуры исходного металла на качество изделий и характер технологического процесса было уже освещено выше (стр. 13).

Испытание химических свойств. Химический состав исходного металла существенно влияет на нормальный ход технологического процесса и качество готового изделия. Отсюда следует, что всякие колебания в количественном соотношении той или иной составляющей, выходящей за пределы установленных технических условий на приемку материала, недопустимы и могут быть санкционированы только при условии расширенной технологической пробы.

В табл. 16 приведены данные о влиянии содержания углерода на количество брака по надрывам при свертке колпачка, изготовляемого из горячекатаной стали.

Таблица 16

Содержание углерода, %	Брак по надрывам колпака, %
0,16—0,2	0,05
0,18—0,21	0,54
0,19—0,23	1,24

Увеличение наклепа при изменении химического состава стали показано в табл. 17.

Методы химического анализа нами из рассмотрения исключены, интересующихся этим вопросом мы отсылаем к специальной литературе.

Однако в целях установления единства в номенклатуре определяемых элементов, которые наиболее характеризуют качество металла

Таблица 17

Рост наклепа с изменением химического состава гильзовой стали

Элементы	Отклонения %	Изменение наклепа	Элементы	Отклонения %	Изменение наклепа
Углерод	0,01	10	Кремний	0,01	5
Марганец	0,01	8	Медь	0,01	4
Фосфор	0,001	4	Хром	0,01	5
Сера	0,001	1	Никель	0,01	4

и его технологические свойства, приводим таблицу элементов, подлежащих анализу (табл. 18).

Таблица 18

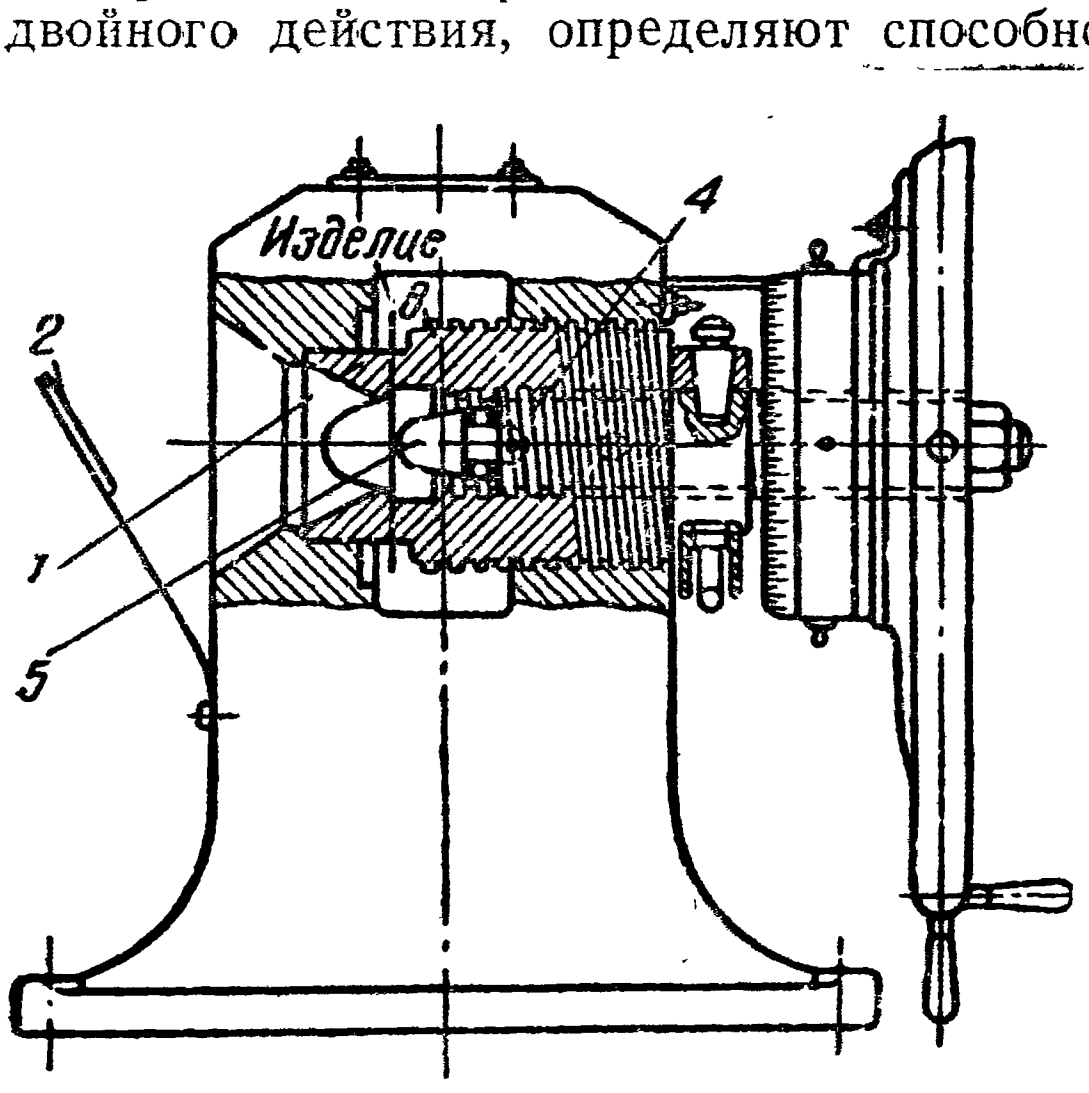
Элементы, подлежащие определению при химическом анализе

Металл	Элементы, подлежащие анализу	
	обязательные	желательные
Гильзовая сталь и биметалл	C	C, Si, Mn, P, S
Пульная сталь и биметалл	C	C, Si, Mn, P, S
Свинец для сердечников и рубашек	Sb	Sb
Сталь для суррогатированных сердечников	C	C, Si, Mn, P, S
Сталь для бронебойных сердечников	C, Mn, P	C, Mn, Si, P, S
Металлокерамиковые сплавы для сердечников	W, C, Ni	W, C, Ni
Гильзовая латунь	Cu, P	Cu, P, Ni, Sb

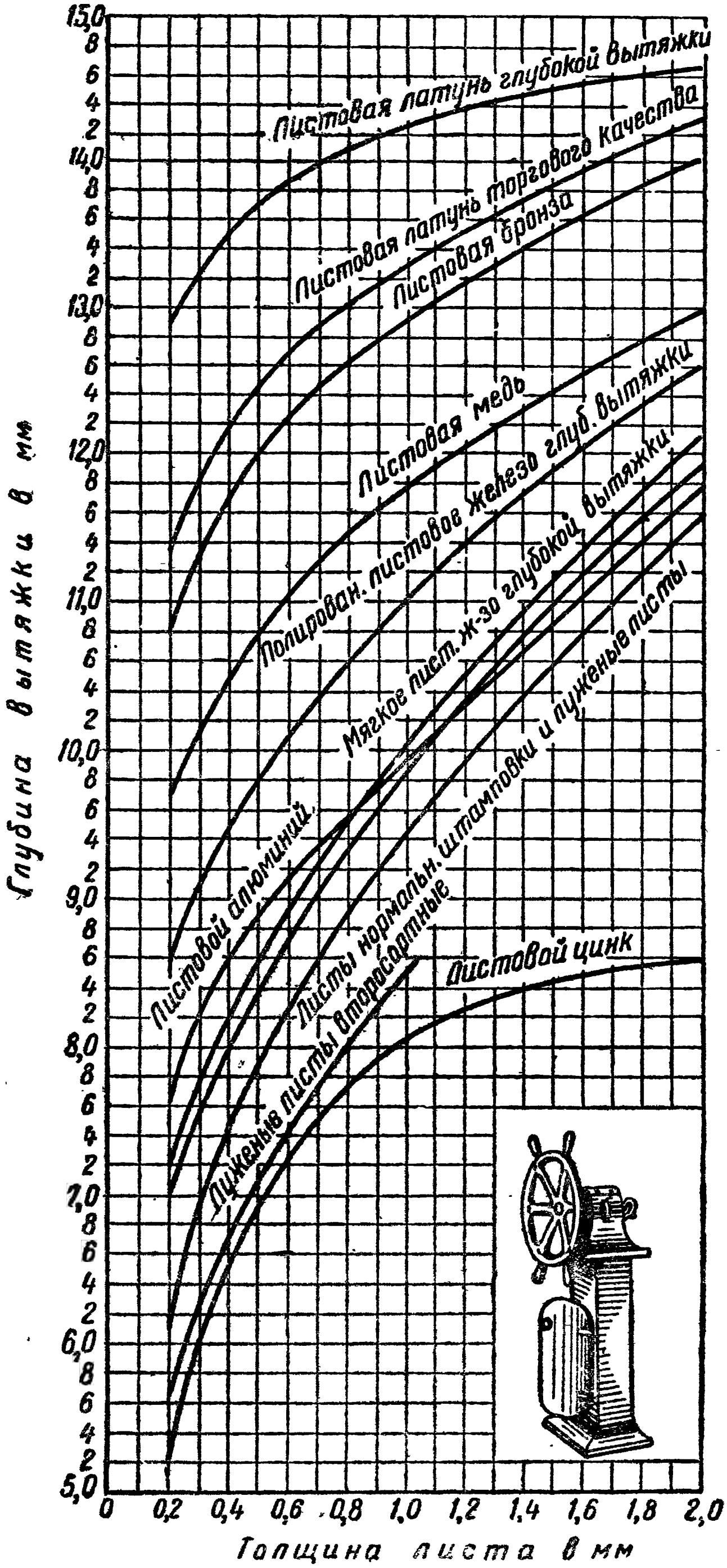
Технологические пробы. В зависимости от назначения металла существуют следующие виды технологических проб:

1) на свертываемость в колпачок;
2) на глубину вытяжки;
3) на прочность изделия.

Пробой на свертываемость в колпачок, производимой на прессах двойного действия, определяют способность металла к вытяжке. Для испытания на свертываемость в колпачок от каждой тонны металла, подлежащего приемке, берут одну полосу, из которой по всей ширине полосы инструментом, применяемым в производстве, изготовляют колпачки, затем свернутые колпачки осматривают, предварительно удалив колпачки из закрашенных мест полосы. При осмотре выделяются колпачки, имеющие прорванное или надорванное дно, трещины по загибу, фестоны. Все эти дефекты относятся к браку по вине металла, причем если окажется, что процент дефектных колпачков больше



Фиг. 11. Прибор Эриксена.



Фиг. 12. Диаграмма нормальной глубины вытяжки на приборе Эриксена.

одного, прибегают к повторному испытанию, для которого металл берется в двойном количестве по сравнению с первым испытанием.

Если повторное испытание окажется неудовлетворительным, вся партия бракуется. Заметим, что если при свертке колпачков получаются массовые прорывы дна колпачков, испытание переносится на два других пресса, и в случае повторения дефекта и на этих прессах прорывы считают браком по вине металла.

Наряду с испытанием на свертываемость колпачков широкое распространение имеет испытание на способность к вытяжке, в особенности для металлов толщиной до 2 *мм,* производимое на приборе Эриксена (фиг. 11). Испытание на приборе Эриксена заключается в том, что из испытываемого материала вырезается круглая или квадратная заготовка, которая прижимается шпинделем *3* и вытягивается стандартным пуансоном *5* и матрицей *1,* укрепленными в шпинделе *4* и корпусе аппарата, до появления на вытянутом образце трещин, которые видны в зеркале *2*. Глубина вытянутого образца до появления в нем трещин служит критерием качества материала. Сравнивая эту глубину с кривыми, приложенными к аппарату Эриксена (фиг. 12), или, пользуясь табл. 19, определяют вытяжные свойства материала. Особенно рекомендуем прибор Эриксена для рассортировки и подбора однородного по качеству материала.

Таблица 19

Числа Эриксена (глубины лунок), *мм*

Материал	Толщина материала, *мм*									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Латунь	12,8	13,5	13,8	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,7
Холоднокатаная сталь и биметалл	8,3	9,5	10,1	10,6	11,0	11,4	11,8	12,1	12,3	12,4
Алюминий	7,6	8,7	9,2	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1	11,2	11,7

Материалы для изготовления гильз и бронебойных сердечников требуют более широких технологических проб и обычно проверяются путем изготовления опытной партии по зафиксированному процессу.

При проведении технологической пробы фиксируют процент брака, виды брака, стойкость инструмента и результаты стрельбы на прочность.

Количество гильз или бронебойных сердечников, изготовляемых для отстрела, а равно и виды оружия для стрельбы выбирают в каждом случае отдельно.

Результаты всех приемных испытаний материала заносят в карточку-сопроводитель, наличие которой обязательно при запуске металла в производство.

ГЛАВА II

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАТРОНА ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

§ 1. Общая характеристика производственного процесса изготовления патронов

Производственный процесс изготовления патронов включает следующие этапы:

1) получение, хранение и выдача материалов, металлов и полуфабрикатов;

2) подготовка средств производства, т. е. проектирование и изготовление рабочего, мерительного, вспомогательного инструмента, устройств для загрузки станков и прессов специальных станков, ремонт оборудования и т. д.;

3) изготовление заготовок для металлических элементов патронов;

4) изготовление металлических элементов патронов;

5) изготовление пиротехнических составов для пуль специального действия;

6) изготовление тары для патронов;

7) монтаж пуль, снаряжение патронов и их укупорка;

8) контроль материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и испытание боевых качеств патронов.

На первых двух этапах производственного процесса материал не изменяется. Производственный процесс, изменяющий материал с момента поступления на обработку до получения готовой продукции, называется технологическим процессом и включает третий, четвертый, пятый, шестой и седьмой этапы производственного процесса. Восьмой этап производственного процесса не связан с изменением состояния продукта производства, но по своему техническому содержанию целиком относится к компетенции технологических органов завода. Разработка методов и средств контроля во всех стадиях обработки должна производиться в тесном согласовании с технологическим процессом.

Технологические этапы производственного процесса определяют профиль производственных цехов завода (заготовительные цехи, цехи изготовления металлических элементов, пиротехнические, монтажные, снаряжательные, тарные и т. д.), являющихся самостоятельными в организационном отношении участками производственной деятельности предприятия.

Каждый из этапов технологического процесса с учетом методов и средств контроля фиксируется в определенных формах технологической документации.

Третий и четвертый этапы производственного процесса являются наиболее трудоемкими и требуют больших производственных затрат.

§ 2. Характерные особенности патронного производства

Современные войны требуют астрономических количеств патронов для стрелкового оружия. Достаточно указать, что 50 самолетов могут израсходовать в минуту до 300 000 патронов, в то время как Наполеоновская дивизия, состоявшая из 10 000 чел., не смогла бы израсходовать такого количества патронов в течение целого дня сражения.

В своей речи 9 февраля 1946 г. товарищ Сталин указал, что только в одном 1944 г. Советский Союз произвел 7 миллиардов 400 миллионов патронов.

Массовый тип производства является единственной рентабельной формой организации производства патронов.

Массовое производство, при котором издержки распределяются на большое количество изделий, позволяет применять наиболее прогрессивные формы организации технологического процесса и высокопроизводительные методы обработки.

Для производства патронов характерны организация технологического процесса по методу непрерывного потока с применением механизированных транспортных устройств, автоматизация загрузки станков и ряд других мероприятий. Последние работы инж. Кошкина и ряда заводов США дают право утверждать, что найдено решение построения для ряда технологических процессов автоматических линий и даже цехов (снаряжение патронов). Широко применяются в производстве патронов специальные станки, построенные по принципу последовательной и параллельной концентрации операций, что позволяет значительно сократить штучное время. Наряду с применением специальных станков для обработки, монтажа и снаряжения широкое развитие получили автоматические станки контроля.

В патронном производстве вследствие широкого применения высокопроизводительных передовых методов обработки без снятия стружки и больших масштабов производства, при которых крупные цехи выпускают лишь одну или две детали, необходимо тщательное изучение технологических процессов. Так, например, на машиностроительном заводе вряд ли было бы уделено внимание штампу, случайно проработавшему вместо восьми смен по норме только четыре; в патронном же производстве временное (в течение нескольких дней) снижение стойкости одного из видов инструментов ведет к самым неприятным последствиям — вплоть до остановки завода.

Испытать каждое готовое изделие в патронном производстве не представляется возможным, так как в результате испытания (стрельбы) данное изделие (патрон) уничтожается. Таким образом о качестве изделий, сдаваемых заказчику или находящихся в процессе изготовления, приходится давать заключение по результатам испытания других изделий данного типа. Не менее серьезное значение имеет и необратимость испытания, т. е. невозможность восстановить и изучить патрон, давший при выстреле тот или иной дефект. Такой относитель-

ный и необратимый характер испытаний значительно затрудняет наблюдение за ходом технологического процесса и выявление причин дефектов, что в значительной мере усложняет производство патронов.

§ 3. Технологические процессы производства металлических элементов патрона

Металлическими элементами патрона являются гильза, капсюль, пульная оболочка, сердечник и ряд других деталей пуль специального действия (зажигательных, трассирующих, разрывных и т. д.).

Наиболее сложными и трудоемкими при изготовлении являются гильза и пульная оболочка.

Чтобы облегчить усвоение помещаемого в этой книге материала, рассмотрим в общих чертах технологический процесс изготовления гильз и пульных оболочек. Заметим, что рассмотрение этих процессов позволит судить только об общей структуре процесса, потому что число операций, а иногда и их последовательность, зависят от:

а) формы и размеров изготовляемых элементов патрона;

б) свойств профиля и линейных характеристик исходного материала;

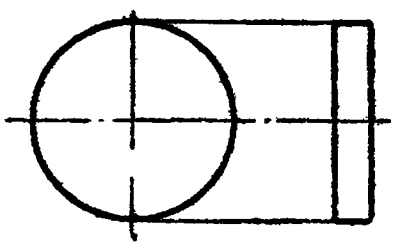
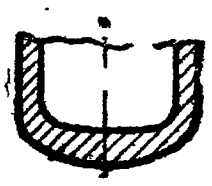
в) геометрии рабочего инструмента;

г) типа оборудования и его мощности.

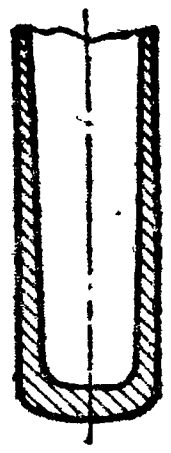
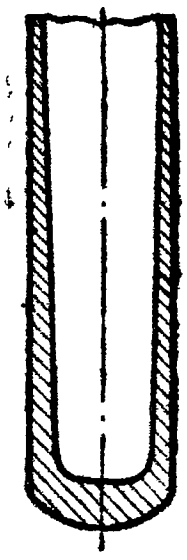
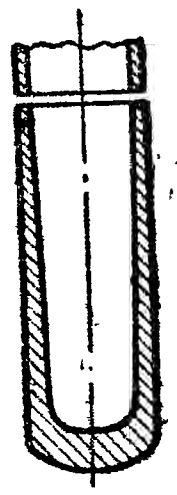
Схемы технологических процессов изготовления латунной гильзы для авиационных пулеметов и стальной винтовочной гильзы приведены в табл. 20 и 21, а для биметаллической пульной оболочки легкой пули — в табл. 22.

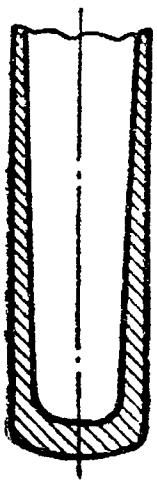
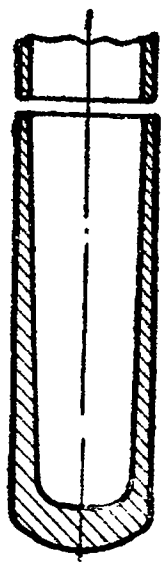
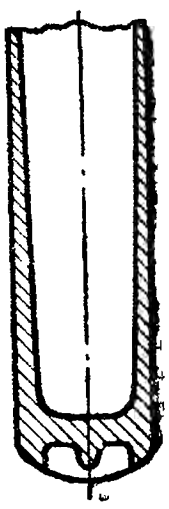
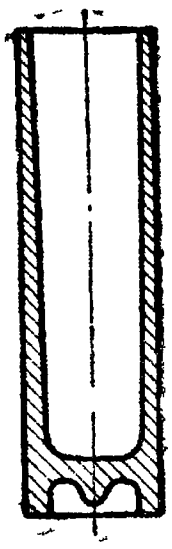
Таблица 20

Технологический процесс производства гильз патронов для крупнокалиберного авиационного пулемета из латунной полосы

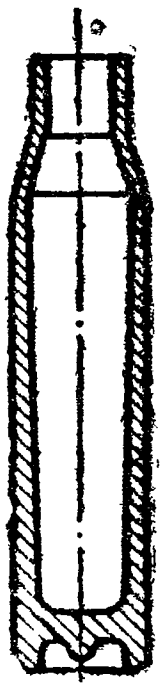
Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Вырубка кружков		Эксцентриковый пресс простого действия с валиковой подачей
Осмотр кружков		Стол
Отжиг кружков		Электрическая печь
Травка и промывка кружков		Травильно-промывочный агрегат
Свертка кружка в колпачок		Вертикальный кривошипно-шарнирный пресс простого действия
Осмотр колпачка после свертки		Смотровой стол
Отжиг колпачка		Электрическая печь
Травление, промывка, промывка в мыльном растворе и сушка колпачка		Травильно-промывочный агрегат

Продолжение

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Первая вытяжка		Вертикальный кривошипно-шарнирный пресс простого действия
Отжиг первой вытяжки		Электрическая печь
Травление, промывка, промывка в мыльном растворе и сушка первой вытяжки		Травильно-промывочный агрегат
Вторая вытяжка		Вертикальный кривошипно-шарнирный пресс простого действия
Отжиг второй вытяжки		Электрическая печь
Травление, промывка, промывка в мыльном растворе и сушка второй вытяжки		Травильно-промывочный агрегат
Третья вытяжка		Вертикальный кривошипно-шарнирный пресс простого действия
Промывка и сушка третьей вытяжки		Промывочно-сушильный агрегат
Обрезка третьей вытяжки		Специальный станок для обрезки
Отжиг третьей вытяжки		Электрическая печь
Травление, промывка, промывка в мыльном растворе и сушка третьей вытяжки		Травильно-промывочный агрегат

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Четвертая вытяжка		Вертикальный кривошипно-шарнирный пресс простого действия
Промывка и сушка четвертой вытяжки		Промывочно-сушильный агрегат
Обрезка четвертой вытяжки		Специальный станок для обрезки
Первая штамповка		Горизонтально-высадочный пресс
Вторая штамповка		То же
Первый отжиг дульца		Электроотжигательная карусельная печь

Продолжение

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Первый обжим дульца		Горизонтальный пресс
Обезжиривание и промывка после обжима		Промывочный агрегат
Второй обжим дульца		Горизонтальный пресс
Обезжиривание, промывка и сушка после обжима		Промывочно-сушильный агрегат
Обточка фланца и дульца		Специальный токарный автомат

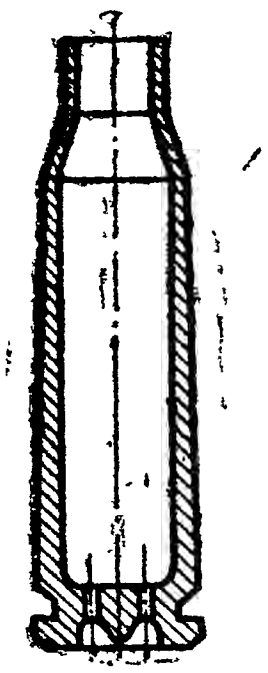
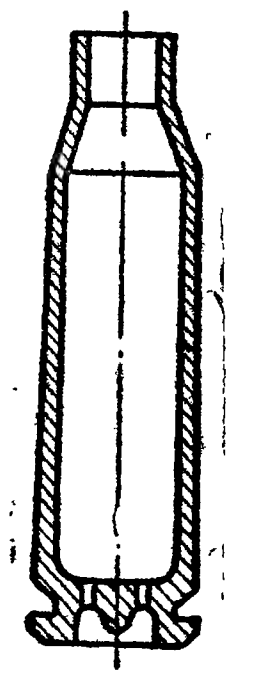
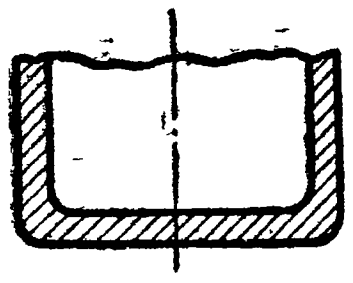
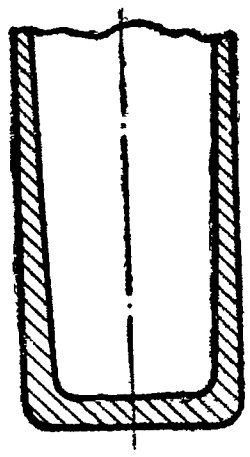
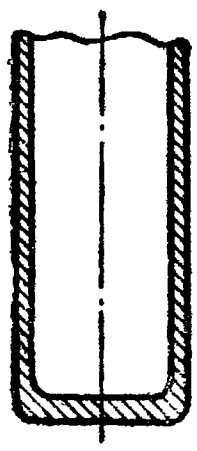
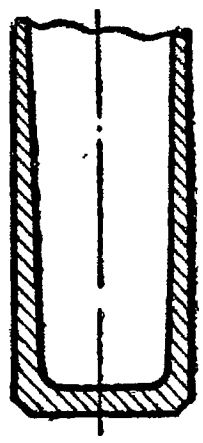
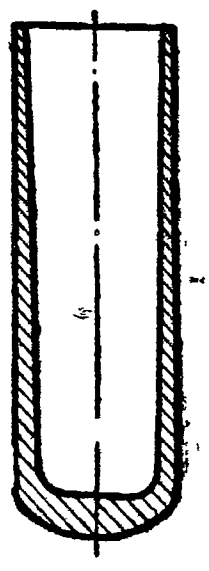
Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Сверление затравочных отверстий		Специальный вертикальный станок с поворотным столом
Травление, промывка, сушка		Травильно-промывочный агрегат
Осмотр		Стол для осмотра
Контроль линейных размеров и формы		Контрольный автоматический станок
Второй отжиг гдульца для снятия напряжений		Электроотжигательная карусельная печь

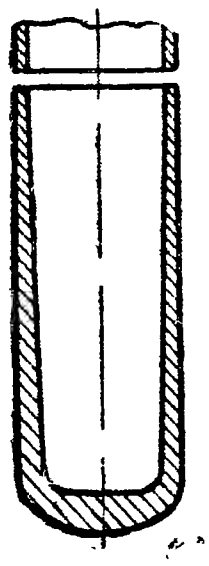
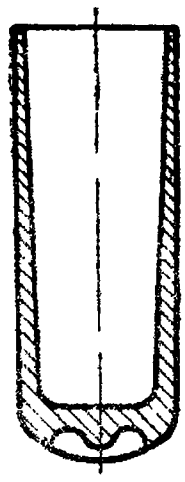
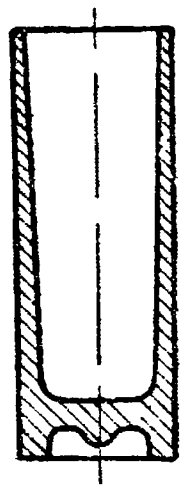
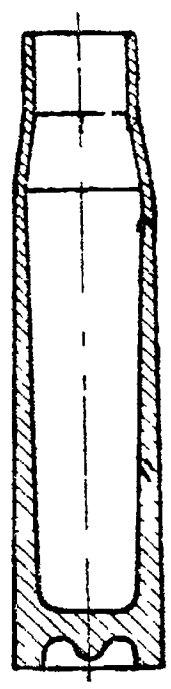
Таблица 21

Технологический процесс производства гильз для винтовочного патрона из стальной полосы (по данным заводов Германии)

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Вырубка и свертка колпачка		Вертикальный пресс двойного действия
Осмотр колпачков после свертки		Стол для осмотра
Отжиг колпачков		Электрическая печь
Травление, промывка, обезжиривание, промывка, бондеризация, промывка в мыльном растворе, сушка		Травильно-промывочный агрегат

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Первая вытяжка		Вертикальный или горизонтальный кривошипный пресс простого действия
Отжиг первой вытяжки		Электрическая печь
Травление, промывка, обезжиривание, промывка, бондеризация, промывка в мыльном растворе, сушка		Травильно-промывочный агрегат
Вторая вытяжка		Вертикальный или горизонтальный кривошипный пресс простого действия
Обезжиривание, промывка, бондеризация, промывка в мыльном растворе и сушка		Специальный промывочный агрегат
Третья вытяжка		Вертикальный или горизонтальный кривошипный пресс простого действия
Обезжиривание, промывка, бондеризация, промывка в мыльном растворе и сушка		Специальный промывочный агрегат
Четвертая вытяжка		Вертикальный или горизонтальный кривошипный пресс простого действия
Обезжиривание, промывка, сушка		Промывочно-сушильный агрегат

Продолжение

Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Обрезка		Специальный обрезной станок
Отделение колечек		Специальный барабан или транспортер
Первая штамповка		Горизонтальный пресс
Вторая штамповка		То же
Отжиг дульца		Карусельная печь с газовыми горелками
Травление, промывка, бондеризация, промывка, смазка		Травильно-промывочный агрегат
Обжим дульца		Вертикальный пресс простого действия с револьверным кругом

Продолжение

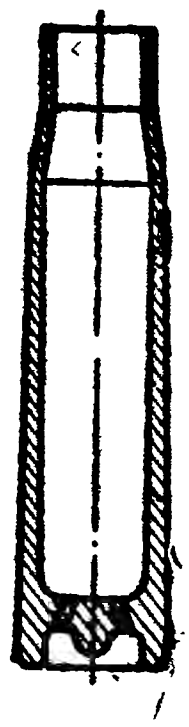
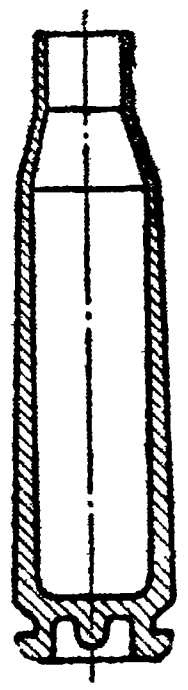
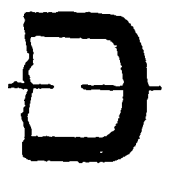
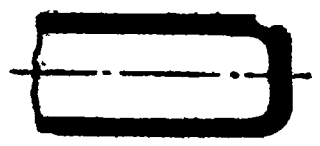
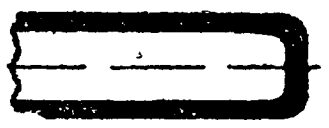
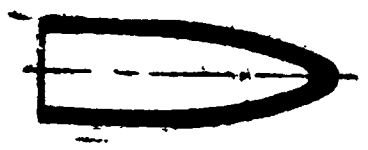
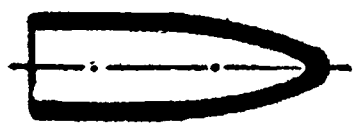
Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Сверление затравочных отверстий		Специальный сверлильный станок
Обезжиривание, промывка, бондеризация, промывка, сушка		Промывочно-сушильный агрегат
Обточка фланца и дульца		Специальный токарный автомат
Контроль наличия затравочных отверстий посредством сжатого воздуха		Специальный контрольный автомат
Контроль линейных размеров и формы		Контрольный автомат
Осмотр поверхности		Смотровой стол (транспортер)
Лакирование гильз		Лакировочный агрегат

Таблица 22

Технологический процесс производства биметаллических пульных оболочек для обыкновенной винтовочной пули

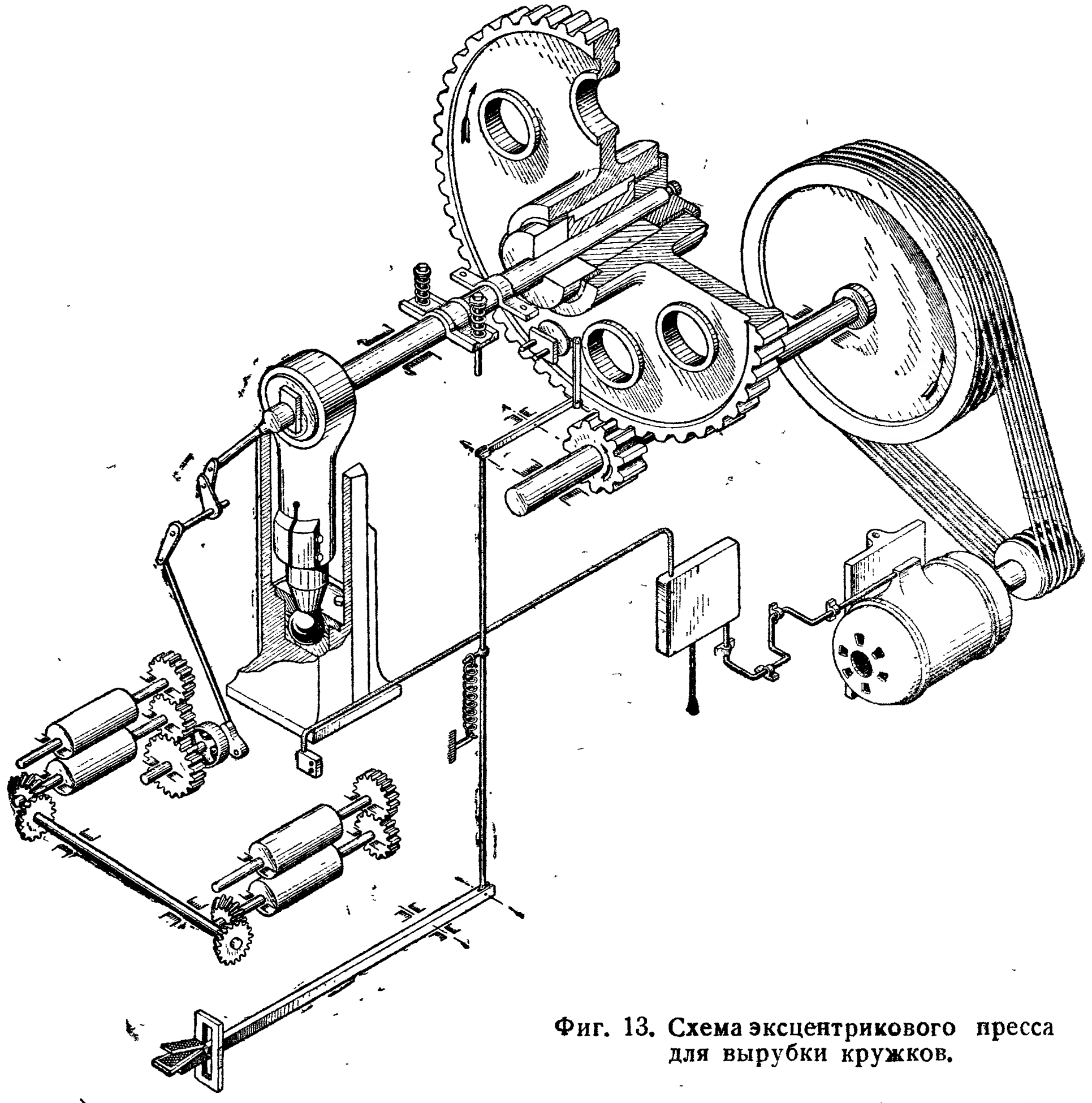
Наименование операции	Эскиз	Тип оборудования
Вырубка и свертка колпачка		Вертикальный пресс двойного действия
Отжиг колпачка		Электрическая печь
Травление, промывка, омыливание и сушка		Травильно-промывочный агрегат
Вытяжка:		
а) первая		Специальный горизонтальный трехпуансонный пресс простого действия
б) вторая		
в) третья		
Обезжиривание, промывка и сушка		Промывочно-сушильный агрегат
Обжим:		
а) первый		Специальный горизонтальный обжимной пресс простого действия
б) второй		
в) третий		
Обрезка оболочки		Специальный обрезной станок
Протирка в древесных опилках		Протирочный барабан
Контроль длины оболочки и формы вершинки		Специальный контрольный автомат
Осмотр оболочки		Стол для осмотра

А. Технология изготовления гильз

В зависимости от профиля исходного материала колпачок, являющийся заготовкой для гильз, может быть изготовлен вырубкой кружков из полосы с последующей сверткой в колпачок или рубкой от прутка с последующей прессовкой в колпачок. Первый способ широко распространен; второй же, иногда называемый способом Монурена, только начинает внедряться в производство.

Причины ограниченного применения прутка объясняются тенденцией отказа от латуни, как материала для гильз, и использования промежуточного материала — стали, покрытой томпаком (биметаллом).

Имеющиеся средства предохранения стали от ржавления в процессе длительного хранения (бондеризации с последующим лакирова-



Фиг. 13. Схема эксцентрикового пресса для вырубки кружков.

нием) дают нам право надеяться, что пруток как профиль исходного материала для стальных и латунных гильз со временем явится основным и совершенно вытеснит полосовой материал.

Колпачки или кружки из полосы можно изготовлять и на металлургическом, и на патронном заводах. Изготовление колпачков на металлургическом заводе более рационально, так как отпадает необходимость в транспортировке металла (в среднем около 28%), идущего в отход и подлежащего возврату, не приходится загромождать территорию завода, цеха отходами, а также сокращается потребность в рабочей силе, занятой на уборке и пакетировке отходов.

При изготовлении колпачков из полосы толщиной более 6 *мм*, что характерно для гильз калибра более 12 *мм*, вырубка и свертка производятся раздельно. Для вырубки кружков применяют прессы простого действия с валиковой подачей (фиг. 13).

Полоса за время холостого хода ползуна пресса посредством двух пар валиков, периодически вращающихся всегда в одном направлении, перемещается на величину шага вырубки, исключающего дефекты по кромке кружка и дающего минимальную величину перемычки.

Периодическое вращение валики подачи получают при помощи системы рычагов, зубчатых передач и храповика от ползуна пресса. Величину шага вырубки изменяют путем изменения величины эксцентриситета ведущего пальца, а следовательно, и величины колебания рычагов, и изменения угла поворота валиков. На столе пресса устанавливается вырубной штамп (называемый на патронных заводах вырубным прибором) (фиг. 14). Штамп состоит из нижней плиты *1* с матрицами *2*, съемника *3* с направляющими втулками *4*, верхней плиты *5* и пуансонодержателя *6* с пуансонами *7*. Число пуансонов и матриц зависит от диаметра вырубаемого кружка. Так как кромка кружка в процессе вырубки значительно упрочняется, а следовательно, материал теряет пластические свойства, вырубленные кружки подвергаются отжигу, после чего их травят и промывают[1]. Способы отжига, травления, промывки будут изложены в дальнейшем, а сейчас перейдем к рассмотрению операций свертки кружка в колпачок.

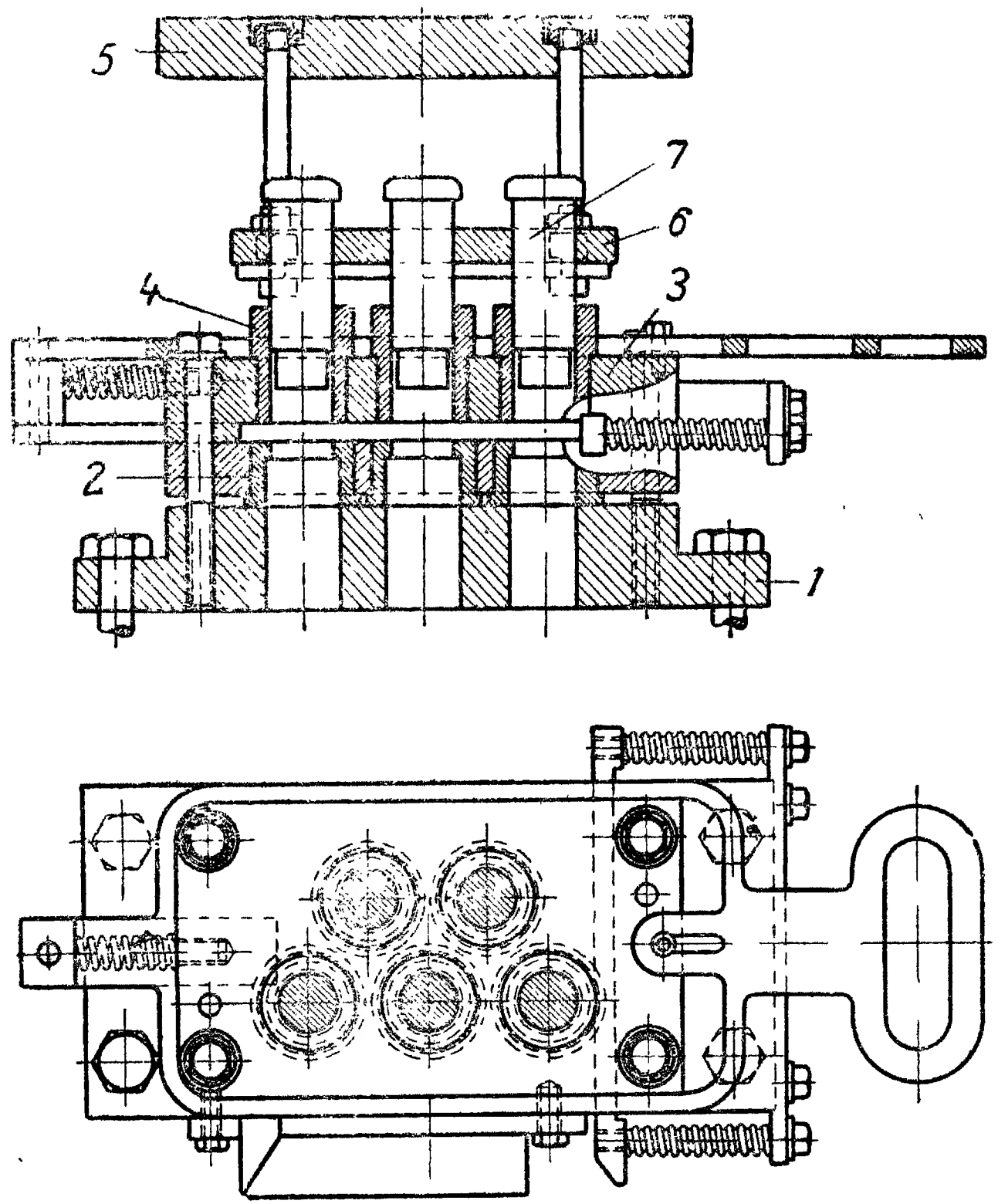
Свертка производится на кривошипно-шарнирных прессах простого действия (фиг. 15). Схема установки инструмента на этих прессах показана на фиг. 16. Как показано на схеме, пуансон *1*, закрепленный в ползуне пресса, проталкивает поданный питателем кружок через матрицы *2* и *3*. В верхней матрице кружок свертывается в колпачок, а в нижней приобретает требуемые размеры по диаметру и по толщине стенок. После свертки колпачок обычно остается на пуансоне *1* и при возвращении ползуна пресса в исходное положение снимается с пуансона съемкой, установленной под нижней матрицей в кольце *4*. Если толщина полосы исходного материала меньше 6 *мм*, что характерно для гильз калибра менее 12 *мм*, указанные выше операции вырубки и свертки выполняются одновременно на прессах двойного действия (фиг. 17), снабженных валиковой подачей. Для вырубки и свертки применяются специальные штампы (фиг. 18). Верхняя колодка штампа состоит из верхней плиты *1* с хвостовиком, закрепляемым вилкой во внутреннем ползуне пресса, пуансонодержателя *2*, сверточных пуансонов *6*, промежуточной плиты *3*, плиты *4*, закрепленной на наружном ползуне пресса, пуансонодержателя *5* и вырубных пуансонов *7*.

Нижняя колодка состоит из подушки *8*, матрицедержателя *9* с матрицами *13*, плиты *10*, съемок *14*, съемника *11* для полосы, направляющих втулок *12* и направляющих линеек и временного упора *15*.

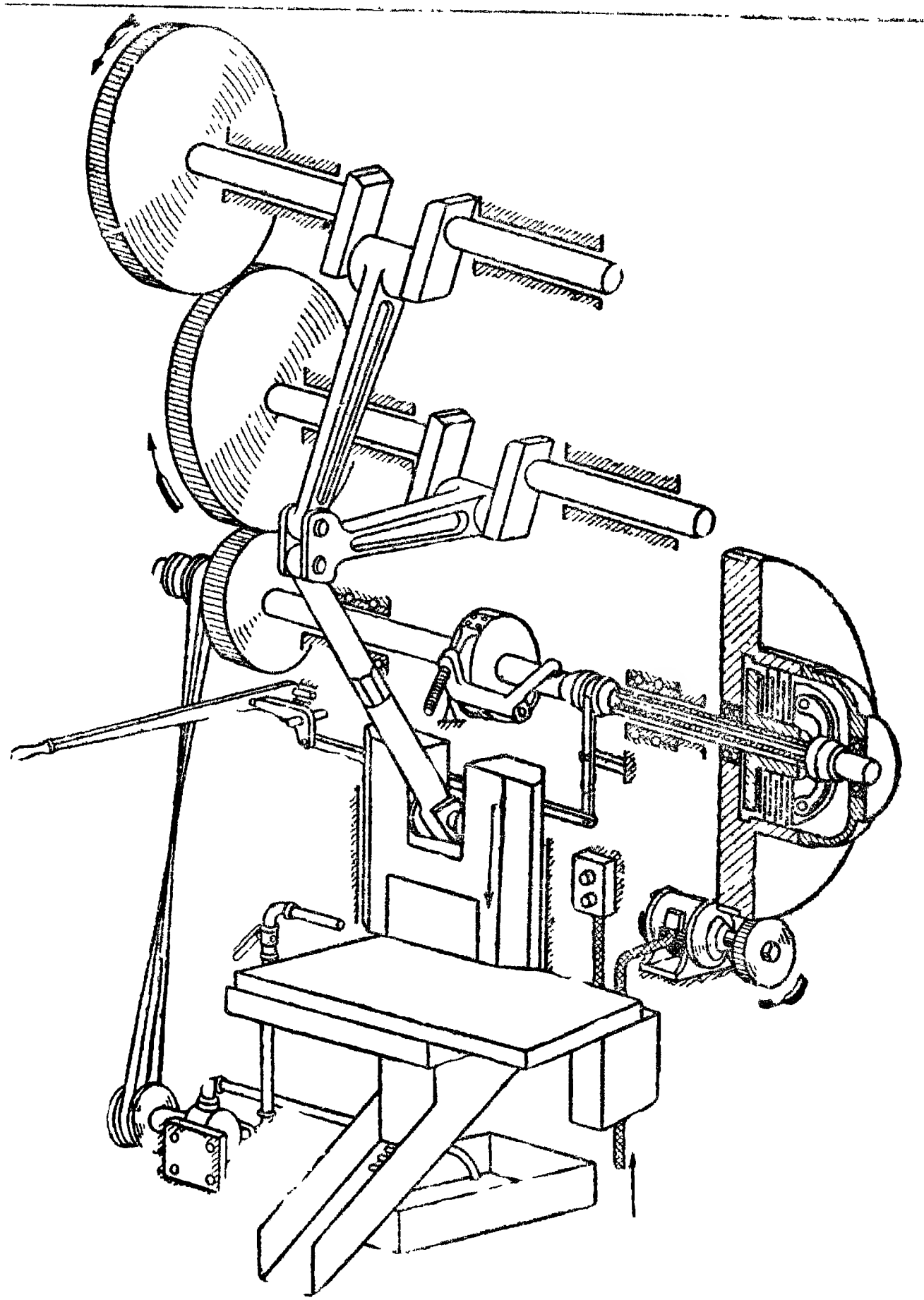
В зависимости от размеров колпачка берется от четырех до семи комплектов пуансонов и матриц. Комплект инструмента состоит из двух пуансонов (вырубного и сверточного) и одной матрицы комбинированного типа.

Работа пресса двойного действия осуществляется следующим образом: вначале опускается наружный ползун с вырубными пуансонами *7*, которые, вырубая кружки, проталкивают их к поверхности сверточной части матрицы *13;* вслед за вырубными пуансонами, внутри последних, движутся закрепленные на внутреннем ползуне пресса свер-

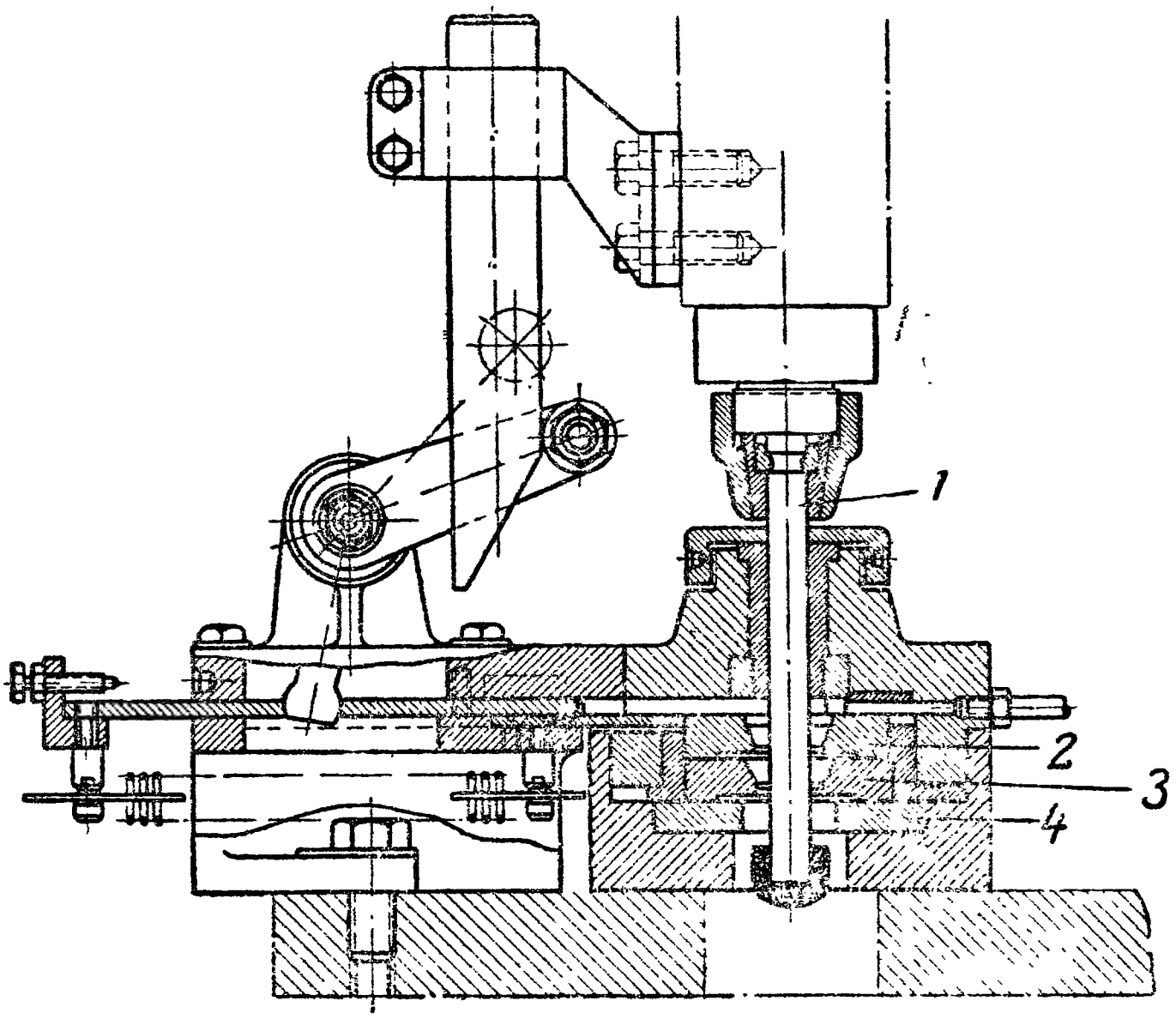
[1] Травление и промывка даже для стальных кружков необязательны, если кружки, поступающие на отжиг, поместить в трубу, герметически ее закрыть и удалить воздух. После отжига кружки из стали желательно поместить в барабан с графитом и прогалтовать. Слой графита будет служить смазкой.



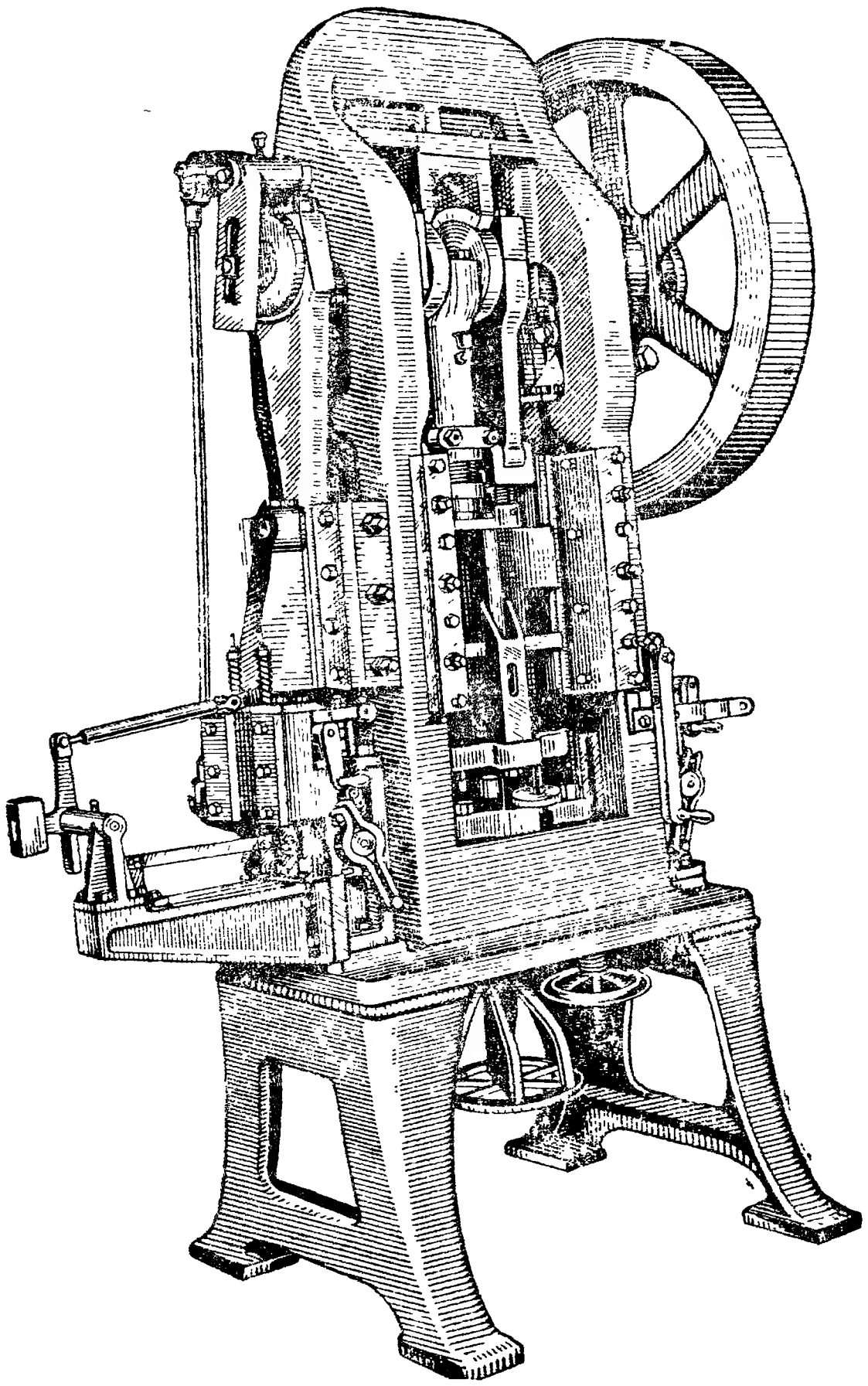
Фиг. 14. Вырубной штамп для кружков.



Фиг. 15. Схема кривошипно-шарнирного пресса простого действия.

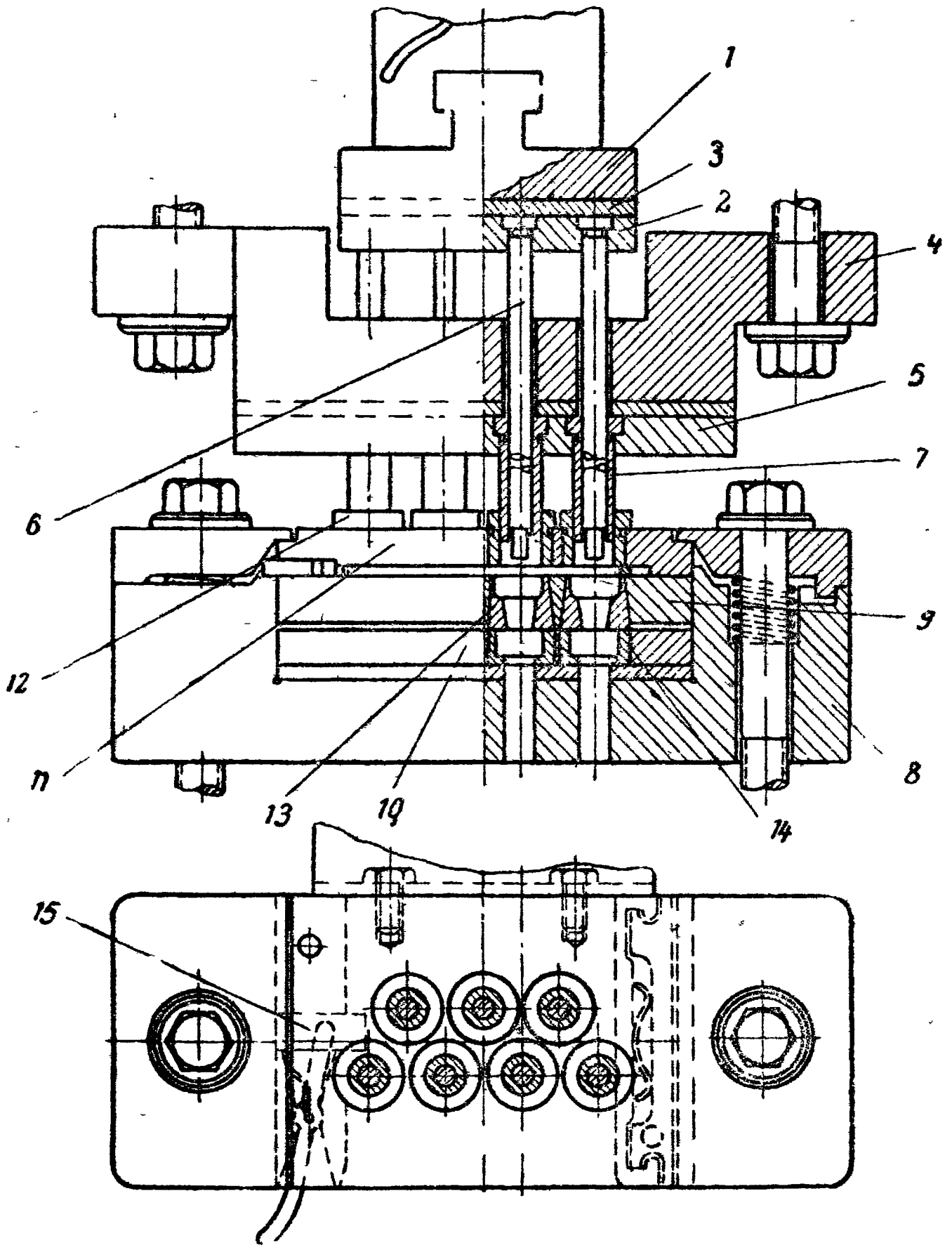


Фиг. 16. Установка инструмента при свертке.



Фиг. 17. Пресс двойного действия.

точные пуансоны *6*, которые совместно с матрицами свертывают кружки в колпачки. При обратном ходе ползунов вначале внутреннего, а затем наружного, а следовательно, и пуансонов, колпачки снимаются со сверточных пуансонов съемками *14*, а полоса материала с вырубных пуансонов — плитой *11*. Из рассмотрения работы пресса следует, что вырубка и свертка протекают последовательно. В ряде случаев на прессах двойного действия помимо валиковой подачи устанавливают дополнительные приспособления, как то: приспособление для рубки от-



Фиг. 18. Штамп для вырубки и свертки колпачков.

ходов на мелкие куски, валики для смазки нижней стороны полосы и др.

Следует заметить, что качество колпачков предопределяет дальнейшее протекание технологического процесса и качество готовой продукции. Объясняется это тем, что большинство встречающихся дефектов колпачка (разностенность, косое дно и др.) на последующих операциях не могут быть исправлены.

Как и указывалось выше, ряд заводов в качестве исходного материала применяет пруток, что объясняется следующим:

1. Пруток дешевле и технологический цикл его изготовления короче.

2. Гильза из прутка значительно прочнее по сравнению с гильзой, изготовленной из полосы.

Технологические процессы изготовления прутка и полосы приведены в табл. 23.

Таблица 23

Сопоставление технологических процессов изготовления латунной полосы и латунного прутка для винтовочных гильз

Операция (полоса)	Операция (пруток)
Прокатка листов	Прокатка слитков
Удаление окалины	Обрезка концов и разделка
Выглаживание листов	Нагрев
Нагрев	Прессовка стержней
Горячая прокатка в четыре прохода до размера 2,17″	Заточка и очистка
Нагрев	Волочение до требуемого диаметра
Горячая прокатка в четыре прохода до размера $^1/_4$″	Разрезка
Отжиг	Рихтовка прутков
Травление и промывка	
Разрезка	
Очистка поверхности	
Холодная прокатка в два прохода до 0,157″	
Разрезка листов на полосы	
Прокатка до толщины 0,15″ (допуск 0,00079″)	
Разрезка	
Травка и промывка	

Число операций при изготовлении прутка и затраты на обслуживание оборудования значительно меньше. Надо еще добавить, что при штамповке колпачков из полосы неизбежны 25—30% потерь, а при штамповке из прутка эти потери сводятся к минимуму.

При вырубке кружка поверхность среза значительно деформируется, а следовательно, изменяется и структура (фиг. 19).

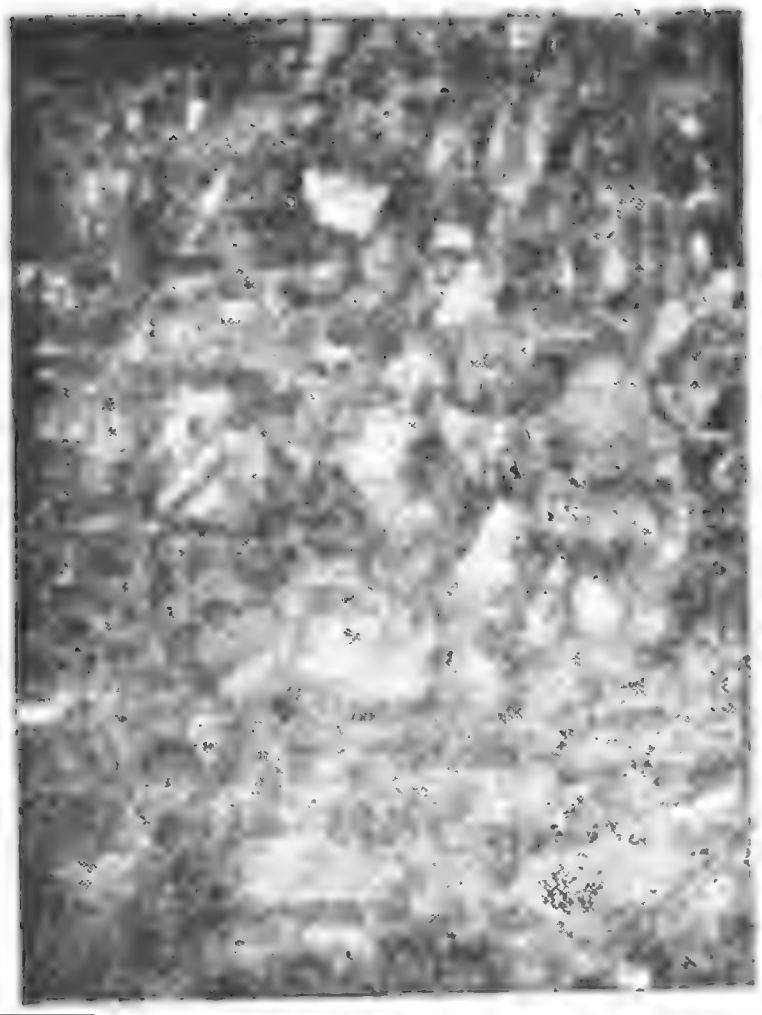
В процессе свертки и последующих вытяжек изменение структуры выявляется еще резче. Поэтому приходится путем отрезки удалять значительную часть металла. Однако и это не всегда обеспечивает получение здоровой гильзы.

При прессовке из прутка указанные недостатки отсутствуют: как видно на фиг. 20, структура колпачка такая же, как и в исходном материале. В случае изготовления из полосы края колпачка имеют ветвистую форму (А), а из прутка они гладкие (В) (фиг. 21).

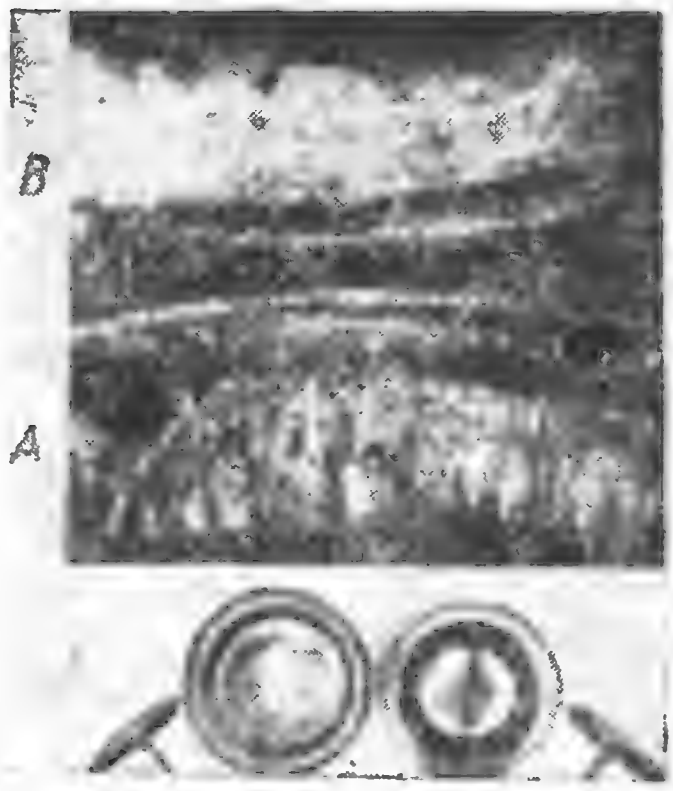
Фиг. 19. Кромка кружка после вырубки.

Кроме того, при вырубке и свертке из полосового материала и последующей вытяжке в изменении формы изделия участвуют в основном стенки колпачка, иначе говоря, свертка и вытяжка характеризуются неравномер-

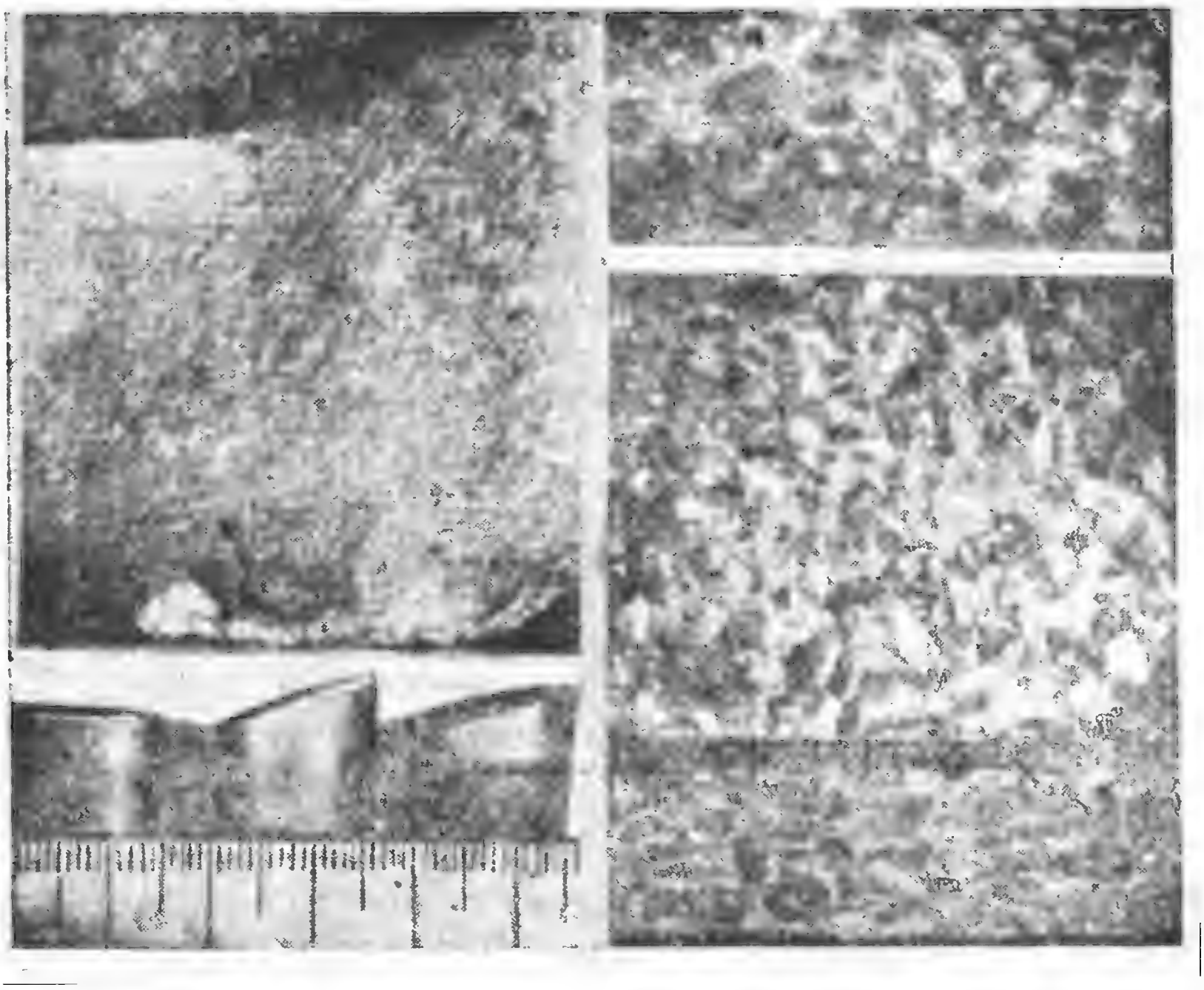
но распределенными деформациями, а следовательно, и структурой. Промежуточные отжиги не уничтожают эту неравномерность, а даже усугубляют ее.



Фиг. 20. Структура колпачка, прессованного из прутка.



Фиг. 21. Кромка колпачка *A* из полосы и *B* из прутка.



Фиг. 22. Структура гильзы, изготовленной из полосы.

При изготовлении колпачков из прутка весь металл деформируется, поэтому структура как в колпачках, так и в готовой гильзе более однородная, что и видно из сопоставления фиг. 22 и 23.

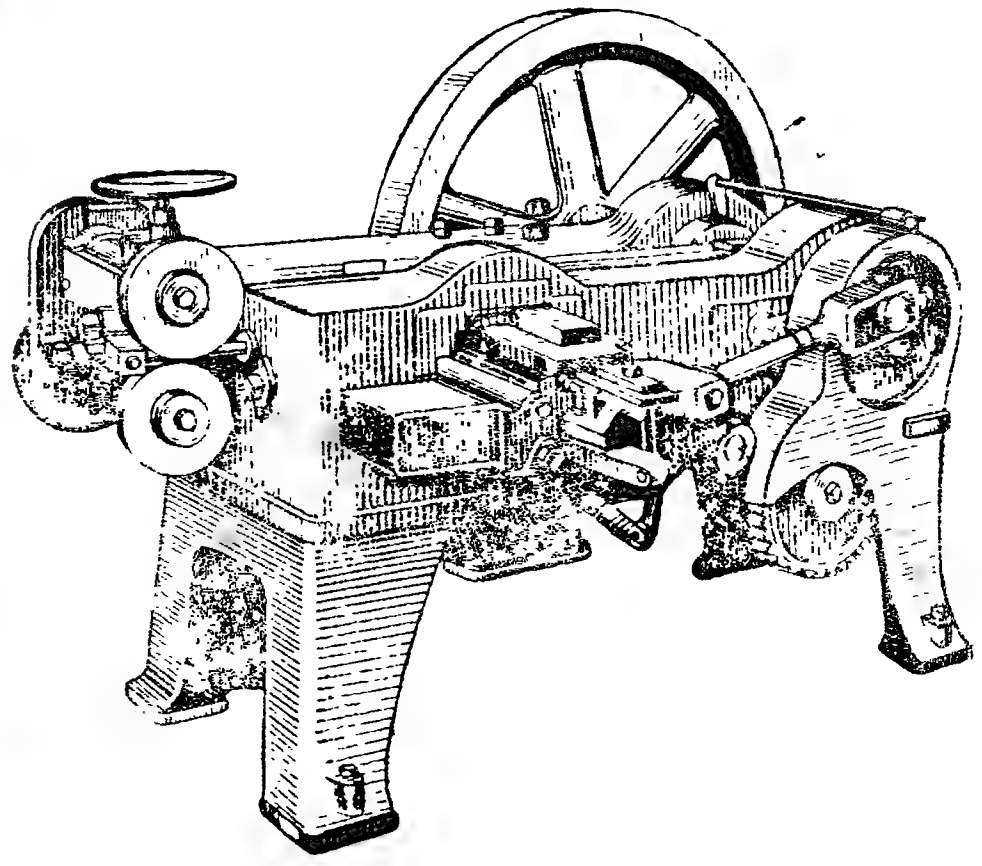
Отсюда следует, что поперечные трещины под шляпкой, как результат ослабленной структуры донной части, при изготовлении из прутка не наблюдаются.

Фиг. 23. Структура гильзы, изготовленной из прутка.

Колпачки из прутка прессуют на горизонтальных коленорычажных автоматах (фиг. 24). Последовательность операции высадки колпачка для гильз авиационного патрона (фиг. 25):

1-я операция — отрезка заготовки от прутка (рубка);

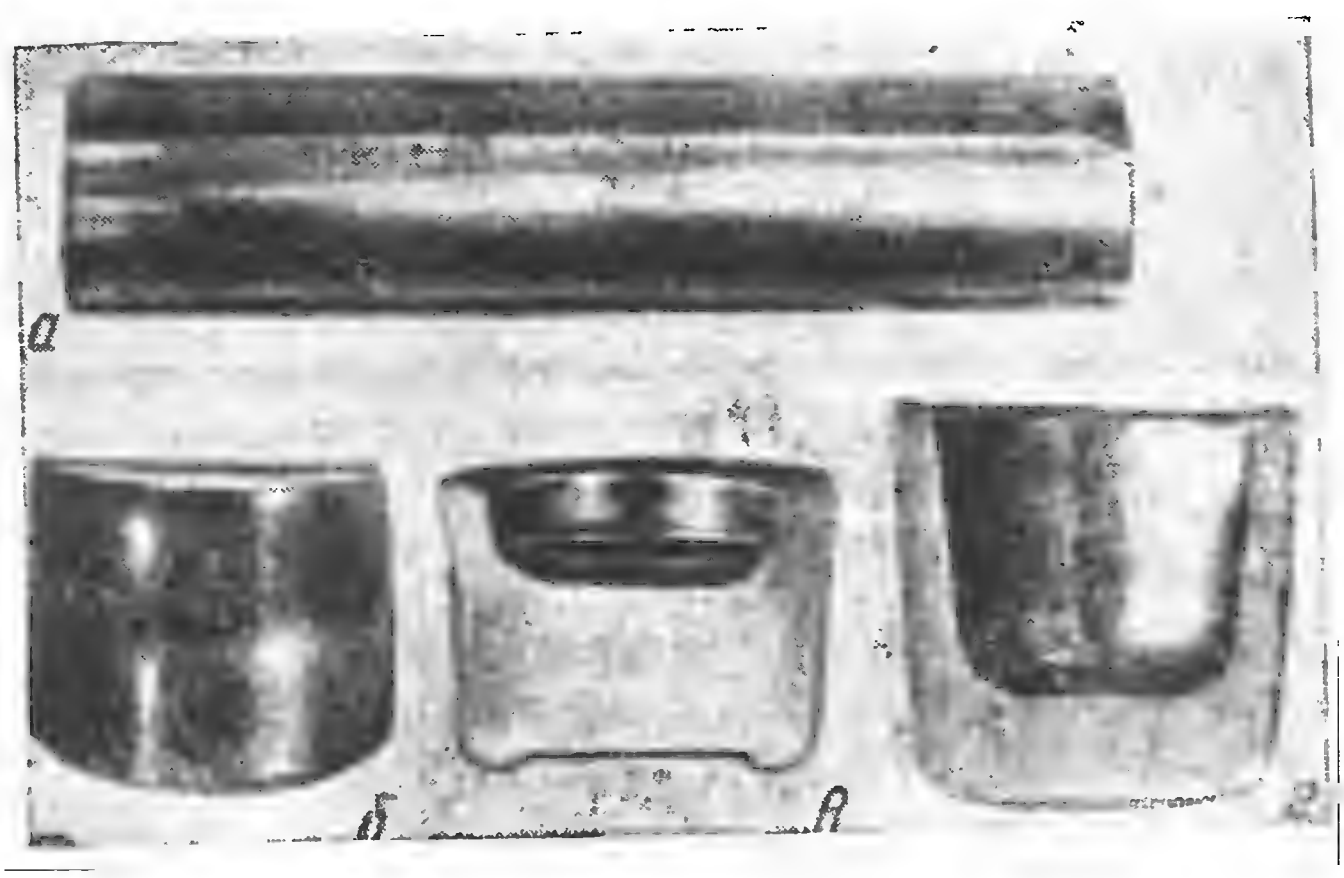
2-я операция — предварительная высадка колпачка;



Фиг. 24. Пресс для штамповки колпачков из прутка.

3-я операция — окончательная прессовка колпачка.

Подача прутка и перемещение заготовок с одной операции на другую производится автоматически.



Фиг. 25. Последозательность штамповки колпачков из прутка:
а—пруток; *б*—отрезная заготовка; *в*—предварительная высадка; *г*—колпачок.

До запуска в производство партии колпачков следует испытать их пригодность для изготовления гильз. Наиболее оптимальным испыта-

Термопара

Термоограничитель

Термопара

Ввод газа

А

Вид по стр А

35°

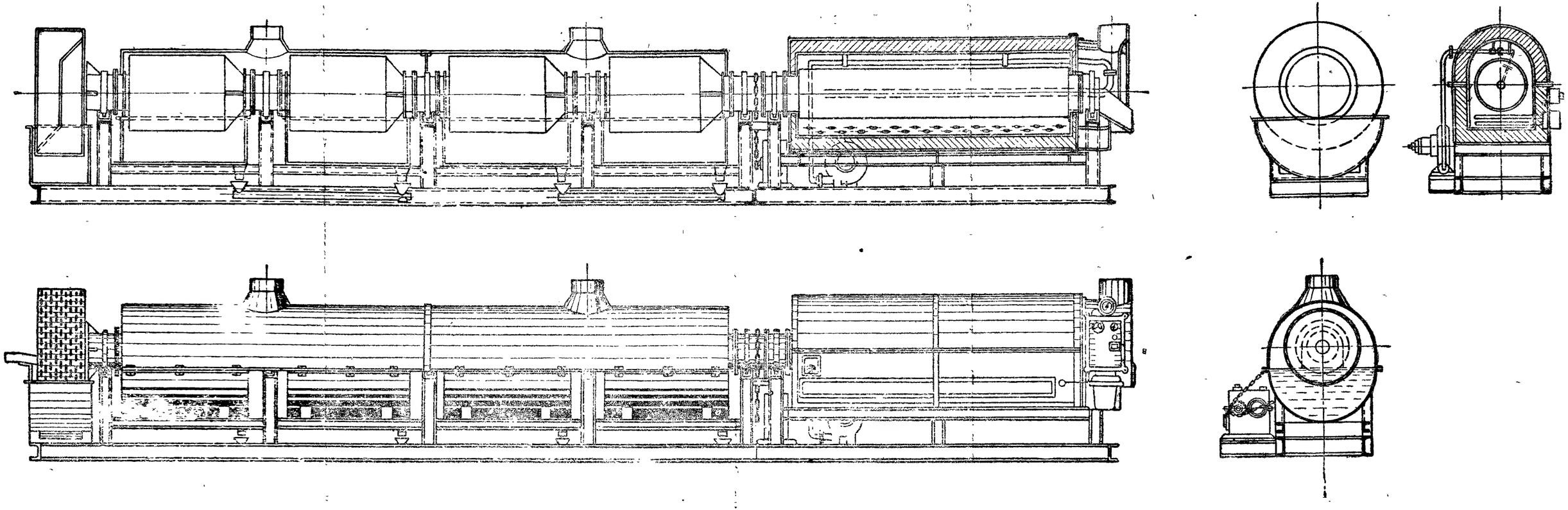
35°

Разрез по БВГД

Кожух привода снять

Фиг. 26. Электрическая печь для отжига.

А. Н. Малов



Фиг. 27. Травильно-промывочный агрегат.

нием помимо общеизвестных проверок химического состава, твердости, величины зерна (для стали — характера перлита, полосчатости) и т. д. является технологическая проба, т. е. изготовление гильз по технологическому процессу с последующими испытаниями на прочность стрельбой.

Если проба на прочность дает удовлетворительные результаты, партия колпачков считается принятой и, получив сопроводитель (паспорт), запускается в производство.

В процессе свертки колпачков из полосового материала или прессовки из прутка материал в результате наклепа теряет свои пластические свойства, которые могут быть восстановлены путем отжига.

Отжиг колпачков и кружков после свертки производится в электрических печах сопротивления. Транспортирование колпачков в печи осуществляется шнеком, стальным ленточным транспортером или роликовым транспортером. В последнем случае колпачки предварительно засыпают в железные короба. Чтобы не было окисления в процессе отжига, за последние годы в производстве широко начали применять защитные атмосферы.

На фиг. 26 показана печь для отжига, имеющая две нагревательные зоны с независимой регулировкой температуры. Контроль температуры автоматический, в ряде случаев — со световой сигнализацией. Белый свет соответствует температуре в допустимых пределах, синий — пониженной, а красный — повышенной. Охлаждение после отжига производится в зависимости от конструкции печи в специальном барабане, охлаждаемом водой, на стальном сетчатом транспортере, проходящем под печью, и другими способами.

Режим отжига, т. е. температура и время нахождения колпачка в печи, зависят от материала, величины наклепа, типа печи (о выборе режима — см. главу о термообработке).

Контроль отжига производится по твердости и величине зерна. Отожженные колпачки в зависимости от сорта материала, идущего на их изготовление, обрабатывают в специальных агрегатах (фиг. 27)[1] по одной из следующих схем.

Схема 1. Травление в 4—10%-ном водном растворе серной кислоты, имеющем для ускорения процесса температуру 60—80°; промывка в проточной холодной воде, вторая промывка в холодной воде, в мыльном растворе и, наконец, сушка при температуре 250—280°.

Схема 2. Травление в 5—10%-ном растворе серной кислоты, промывка в проточной воде, обезжиривание в горячем растворе соды, промывка в горячей воде, фосфатирование (бондеризация), промывка в холодной воде, в горячем мыльном растворе, сушка при температуре 150—180°.

Схема 3. Травление в 5—10%-ном растворе серной кислоты, имеющем температуру 60—80°, промывка в холодной воде, контактное омеднение, засыпка для хранения в баки с мыльным раствором.

Первая схема применяется для латунных и биметаллических, а вторая и третья — для стальных колпачков или кружков. Третья схема в силу ряда недостатков не рекомендуется.

Конструкции агрегатов для производства указанных в схемах операций аналогичны и отличаются только количеством секций.

Назначение отдельных операций следующее: травлением удаляют с поверхности металла окислы, неизбежные после отжига. Светлый отжиг не исключает травления, а уменьшает только расход кислоты. Отказ от травления в случае светлого отжига приводит к повышенно-

---

[1] На ряде заводов агрегаты для травления и промывки монтируются совместно с печами или соединяются с последними транспортерами.

му износу инструмента и ухудшению качества поверхности готовых гильз.

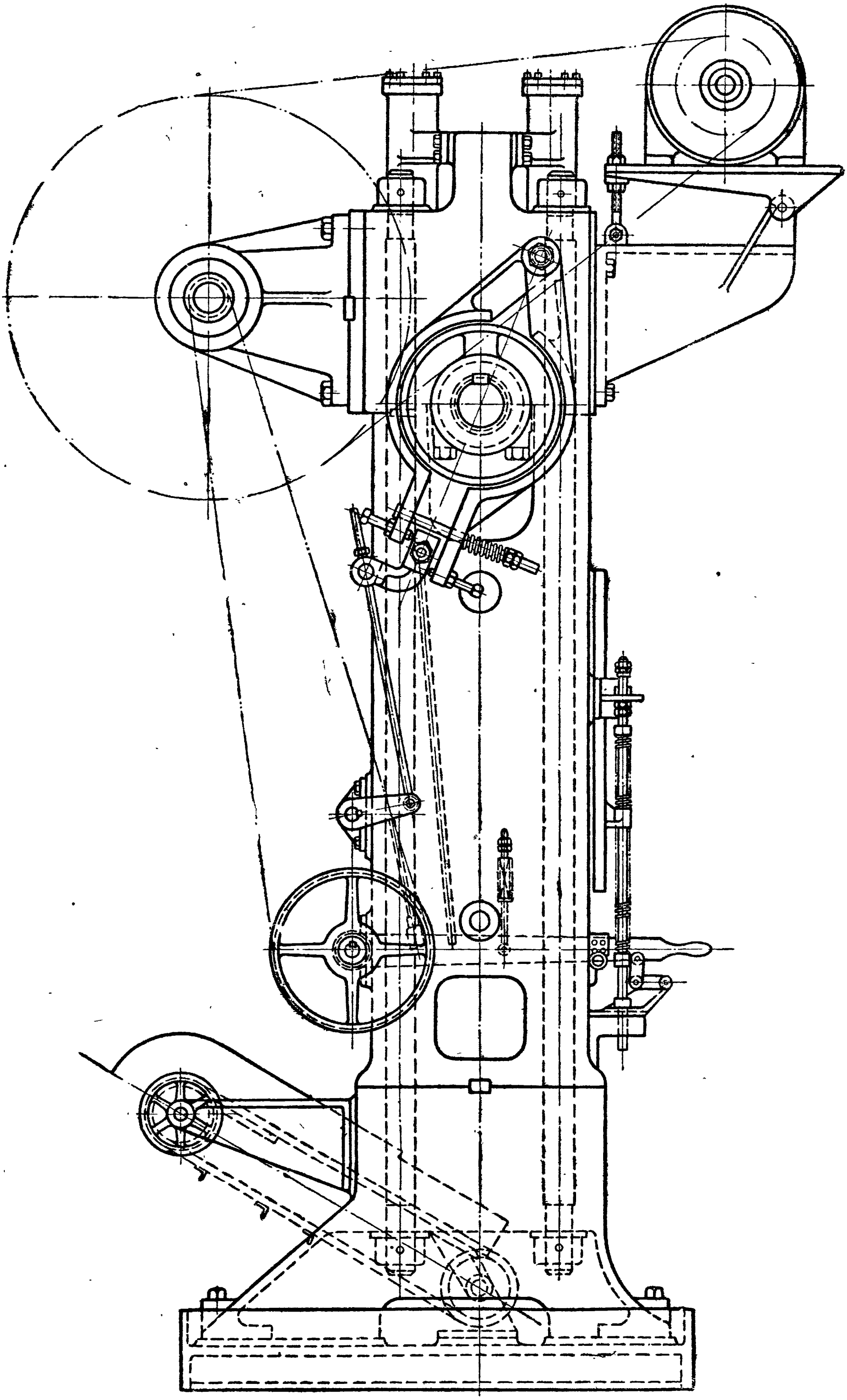
Промывкой в воде или в содовом растворе удаляются следы кислоты и тем самым предохраняют металл от коррозии во время хранения. Для стальных изделий, помимо промывки, применяют фосфатирование (бондеризация) в растворах фосфористокислых солей металлов. Такая обработка не только предохраняет от коррозии, но на поверхности металла образуется пористая сетка, состоящая из мельчайших кристаллов, прочно сросшихся с металлической основой. Эта пленка, удерживая смазку и являясь сама густой смазкой, облегчает дальнейшую обработку давлением. Бондеризации предшествует обезжиривание, т. е. промывка в щелочных растворах с целью удаления жировых покровов, препятствующих прочному соединению фосфатного слоя с металлом.

Есть два типа бондеризации: холодная и горячая. При горячей бондеризации целесообразно изделия предварительно подогревать в 20°-ной горячей воде, что позволяет поддерживать постоянной температуру ванны бондеризации.

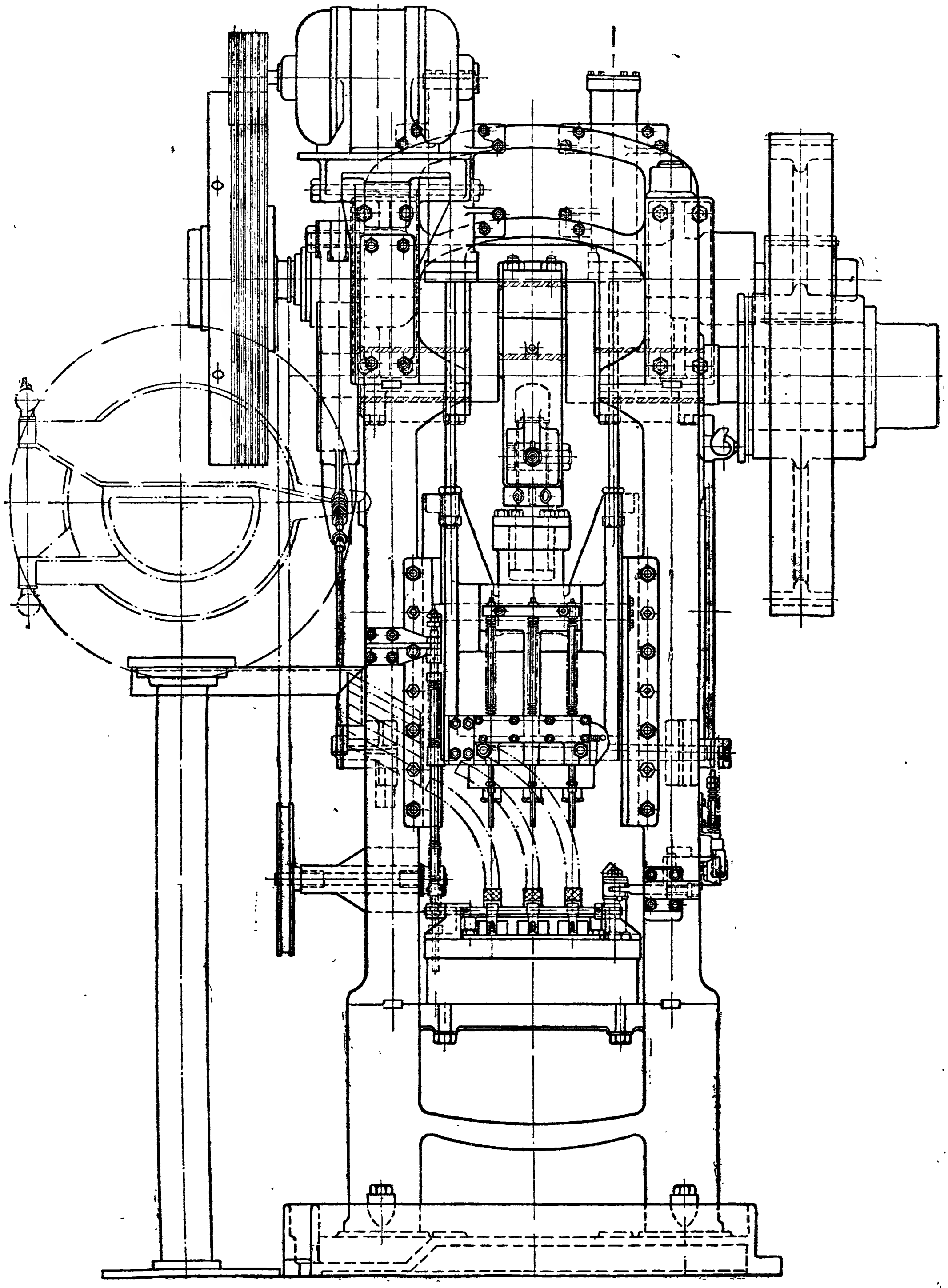
Подготовленные таким образом колпачки, как это и видно из схемы технологического процесса, поступают на вытяжку. Число вытяжек зависит от механических качеств исходного материала и готовой гильзы по корпусу, отношения толщин стенок дульца гильзы и колпачка и, наконец, от принятой величины утонения за одну вытяжку. Вытяжки нужны не только для получения геометрической формы и размеров, требуемых по чертежу, но и для создания необходимых механических свойств, обеспечивающих прочность гильзы при выстреле и безотказность в экстракции ее после выстрела. Для вытяжки применяются вертикальные и горизонтальные прессы простого действия.

Вертикальные прессы широко применяются на отечественных и американских заводах и на некоторых заводах Европы. Вертикальные прессы (фиг. 28) в зависимости от размеров полуфабриката, требуемой точности и необходимой мощности имеют от одного до четырех комплектов рабочего инструмента (на фиг. 28 показан трехпуансонный пресс). Заготовки под рабочий инструмент подаются специальными загрузочными устройствами.

Эскиз установки вытяжного инструмента на вертикальном однопуансонном прессе показан на фиг. 29. Пуансон *1* закреплен на ползуне пресса, а матрицы *2* закладываются в колодку *3*, установленную на столе пресса. Вытяжка в большинстве случаев производится через две матрицы. Последние входят в рамку колодки с зазором и в процессе работы могут самоцентрироваться по заготовке. Под матрицами устанавливается съемка *4*, предназначаемая для снятия вытянутого полуфабриката, остающегося, как правило, на пуансоне. В процессе вытяжки материал изменяет свои механические свойства, твердость и сопротивление разрыву увеличиваются, а относительное удлинение, а следовательно, и способность к вытяжке, уменьшаются. Для восстановления способности материала к вытяжке применяют отжиг. Число отжигов, так же как и число вытяжек, должно обеспечить получение прочного корпуса гильзы. Согласно схеме технологического процесса стальной винтовочной гильзы (табл. 21), отжиг производится только после первой вытяжки. Отжиг в этом случае сводится к восстановлению пластических свойств (способности к вытяжке), а необходимая прочность корпуса достигается в процессе вытяжки, т. е. соответствующим утонением стенок. В этом случае наклеп на вытяжках дается неравномерный; на операциях свертки колпачка и первой вытяжки,

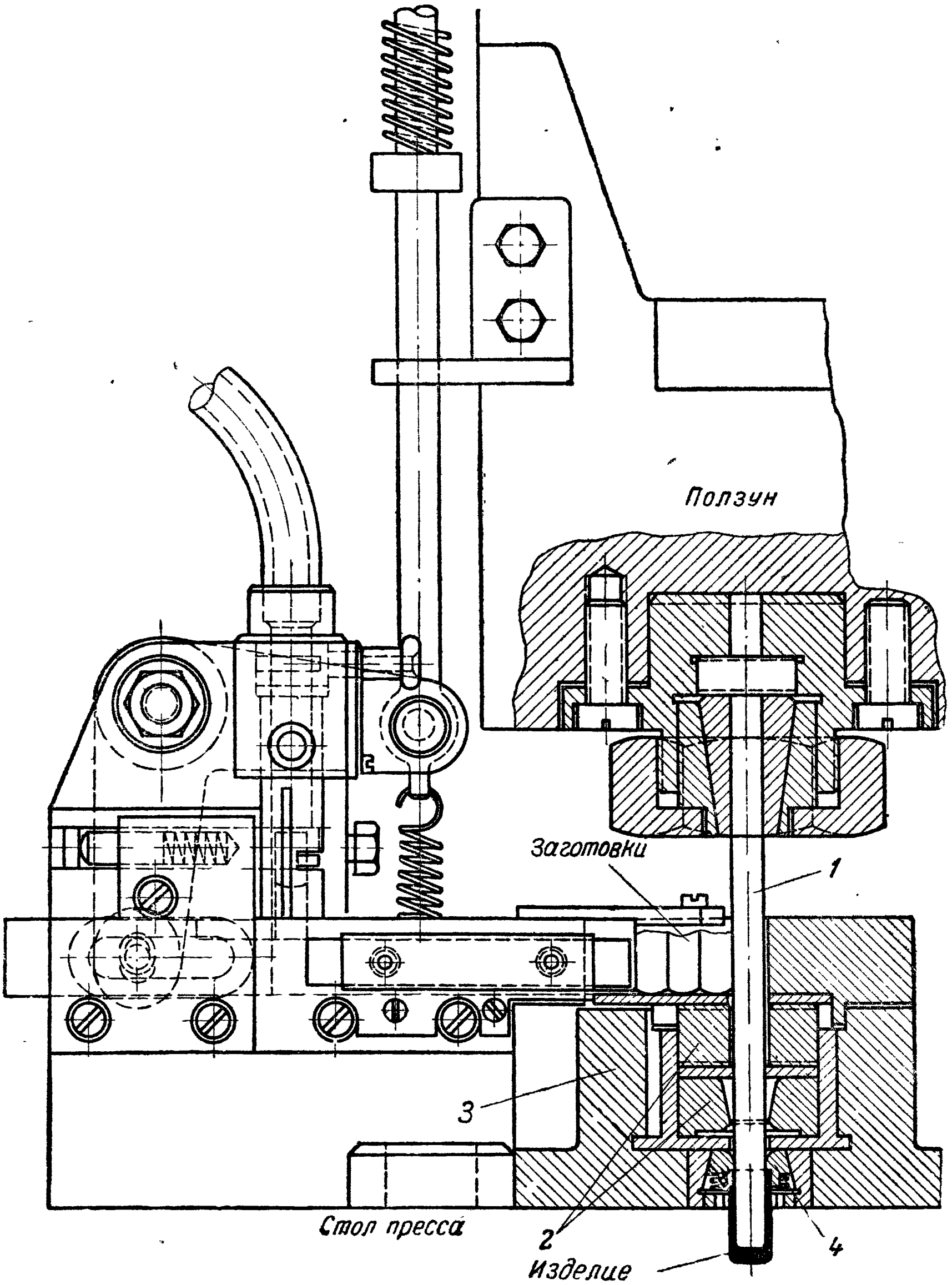


Фиг. 28. Вертикальный пресс



простого действия для вытяжки.

после которых следует отжиг, наклеп берется такой, чтобы изменение размера, а следовательно, и соответствующие им изменения механических свойств на последующих операциях, обеспечило необходимые механические свойства корпуса гильзы. Согласно схеме технологического процесса (табл. 20) для латунной гильзы авиационного патрона,



Фиг. 29. Схема установки инструмента на вытяжном прессе.

отжиг сопутствует каждой вытяжке, но перед последней вытяжкой отжиг производится неполный, так как в этом случае требуемые механические свойства по корпусу гильзы создаются утонением на вытяжке и соответствующим режимом отжига. В тех случаях, когда между вытяжками есть отжиг, полуфабрикат после отжига подвергается травлению, промывке в мыльном растворе и сушке, если гильзы изготовляются из латуни или биметалла, и травлению, промывке, обезжириванию в содовом растворе, промывке, бондеризации, промывке в

мыльном растворе и сушке, — если гильзы изготовляются из стали. Оборудование для отжига и травления аналогично рассмотренному при изготовлении колпачка. В тех случаях, когда между вытяжками нет отжига, после каждой вытяжки полуфабрикат латунной и биметаллической гильз обезжиривают в содовом растворе, промывают в мыльном растворе и сушат. Полуфабрикат стальных гильз обезжиривают в содовом растворе, промывают, подвергают бондеризации, промывают в мыльном растворе и сушат. Указанные операции осуществляются в агрегатах, подобных показанным на фиг. 27. Число секций в агрегате меньше, так как из процесса исключено травление, После вытяжки, а иногда и между вытяжками, для устранения неравной кромки со стороны открытого конца производится обрезка. Вес отходов при обрезке составляет от 6 до 8% веса готовой гильзы.

Обрезка производится на самых разнообразных по конструкции станках, работа которых основана на следующих принципах. В первом случае заготовки надеваются на оправку *1,* удерживаясь на ней трением (фиг. 30), и обрезаются принудительно вращающимся дисковым ножом *2,* после чего обрезанное изделие и отходы снимают съемкой *3,* совершающей поступательно-возвратное движение по оправке *1.* Во втором случае обрезаемая заготовка зажимается в цанге и обрезка производится резцом. Применение дискового ножа или резца диктуется толщиной стенки у обрезаемой заготовки. При толщине до 1 *мм* целесообразнее заготовку обрезать дисковым ножом, а выше 1 *мм* — резцом. Заметим, что подаваемые на обрезку заготовки должны быть обезжирены, потому что в противном случае их невозможно будет удержать на оправке, а остановка в процессе обрезки дает недорезы, т. е. брак.

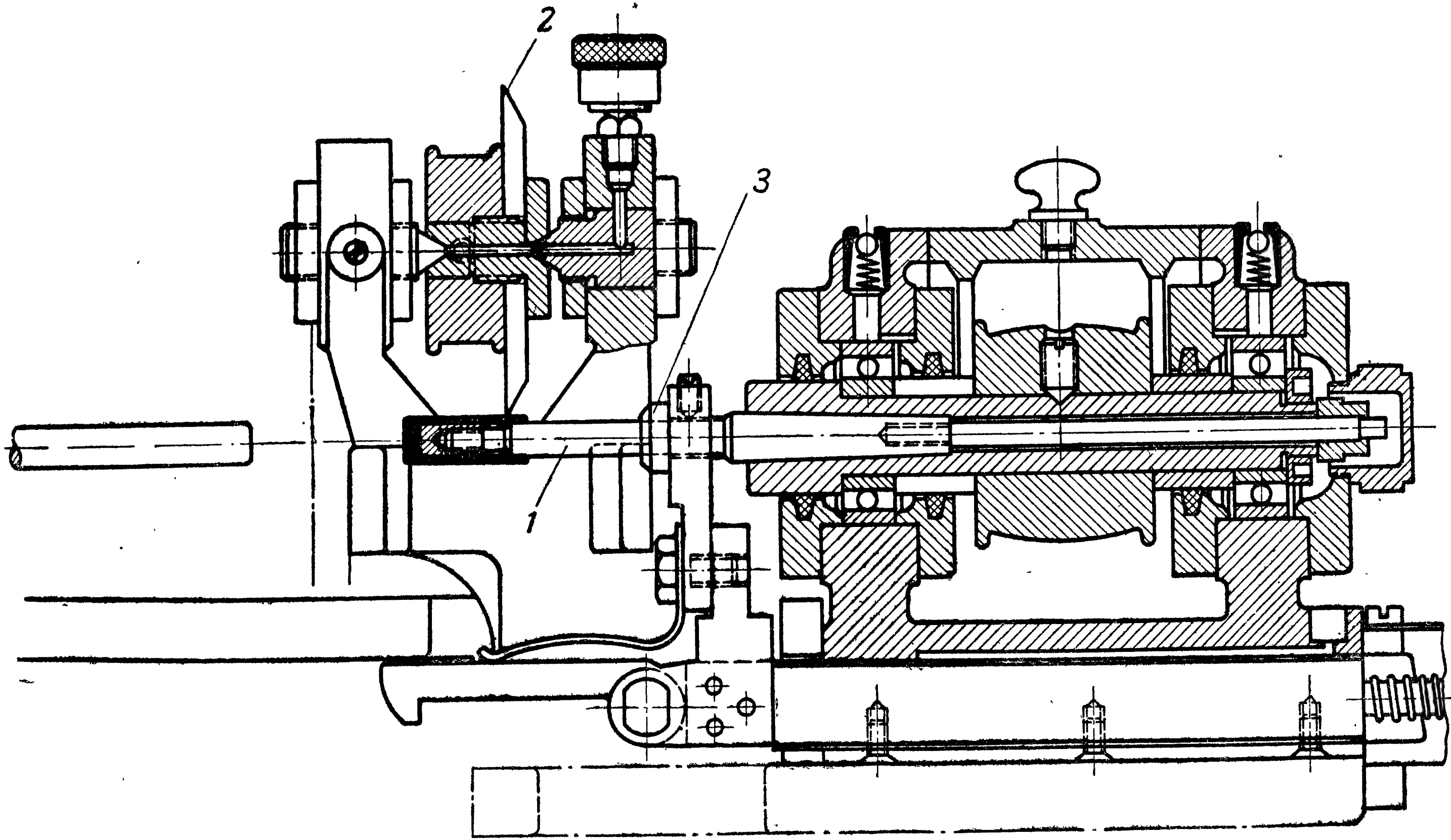
Обрезкой заканчивается цикл вытяжных операций, и полуфабрикат поступает на штамповку. Штамповкой придают донной части (вытянутому полуфабрикату) необходимые форму, размеры и требуемые по условиям работы гильзы механические свойства. Число штамповок обычно не превышает двух. В процессе первой штамповки производится предварительное образование дна, капсюльного гнезда и наковальни, в процессе второй — окончательное образование дна, капсюльного гнезда, наковальни и нанесение клейма, показывающего год изготовления и фирменный знак завода-изготовителя. Для штамповки применяются горизонтально-высадочные прессы с автоматической подачей полуфабриката. Один из таких прессов показан на фиг. 31.

Схема установки инструмента для штамповки винтовочных гильз показана на фиг. 32. При движении правого ползуна пуансон *1* из питателя переносит заготовку в матрицу *2,* где последняя встречается со штампом *3,* закрепленным на движущемся левом ползуне. В момент встречи заготовки со штампом и происходит штамповка.

После штамповки на полуфабрикате пробивают затравочные отверстия; если же затравочные отверстия сверлятся, эта операция производится после обжима. Пробивка затравочных отверстий производится на специальных вертикальных прессах простого действия с револьверным диском (фиг. 33). Полуфабрикат подается в револьверный диск автоматически из специального загрузочного устройства.

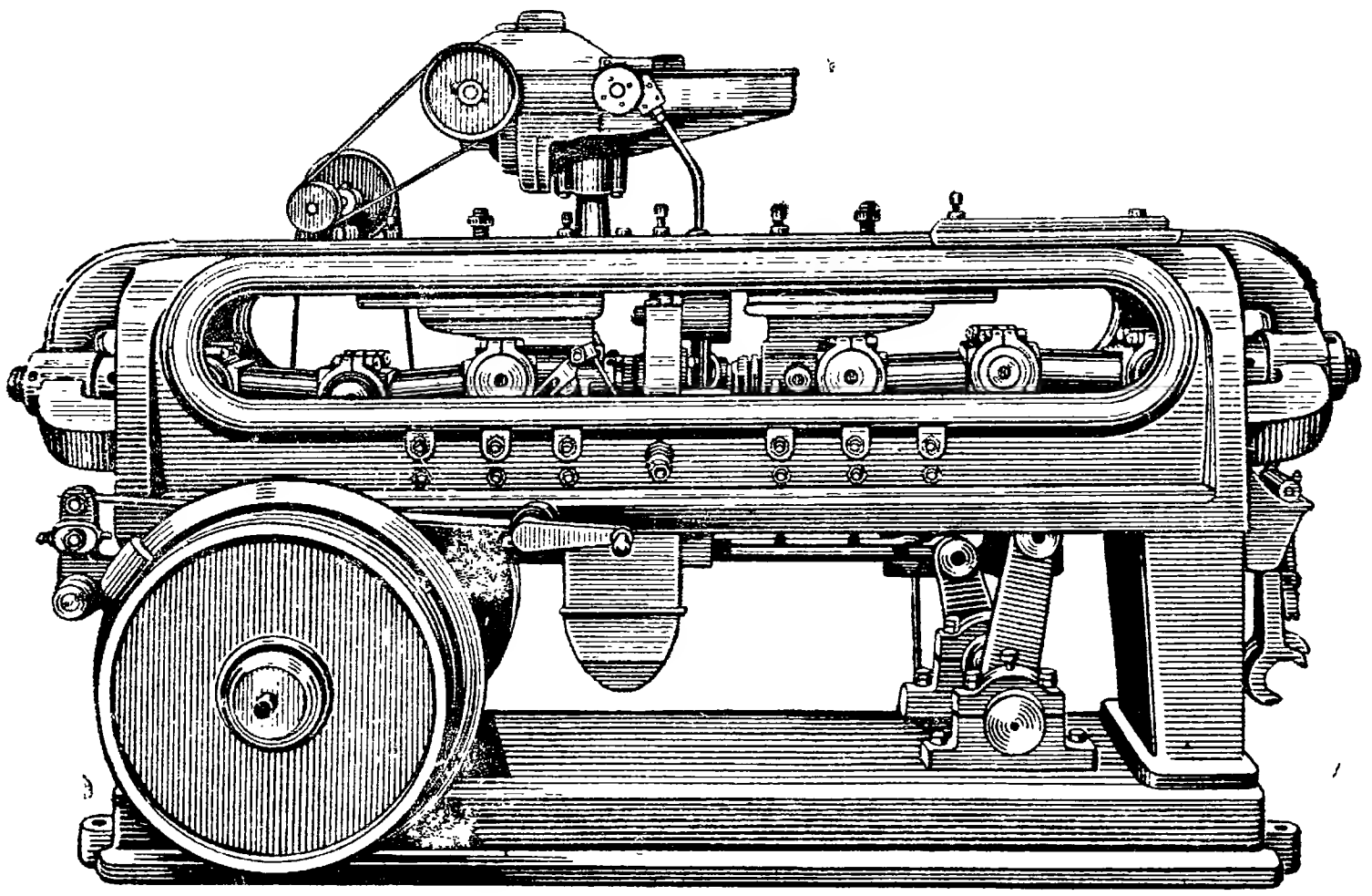
Последовательность образования затравочных отверстий: а) подача полуфабриката в револьверный круг, б) пробивка затравочных отверстий, в) снятие заусенцев после пробивки, г) выталкивание готовой гильзы.

Схема штампа для пробивки и устройства для снятия заусенца показана на фиг. 34. Штамп состоит из стойки-матрицы *1* с двумя пазами, закрепленной на ползуне пресса, двух пуансонов *2* (игл), за-



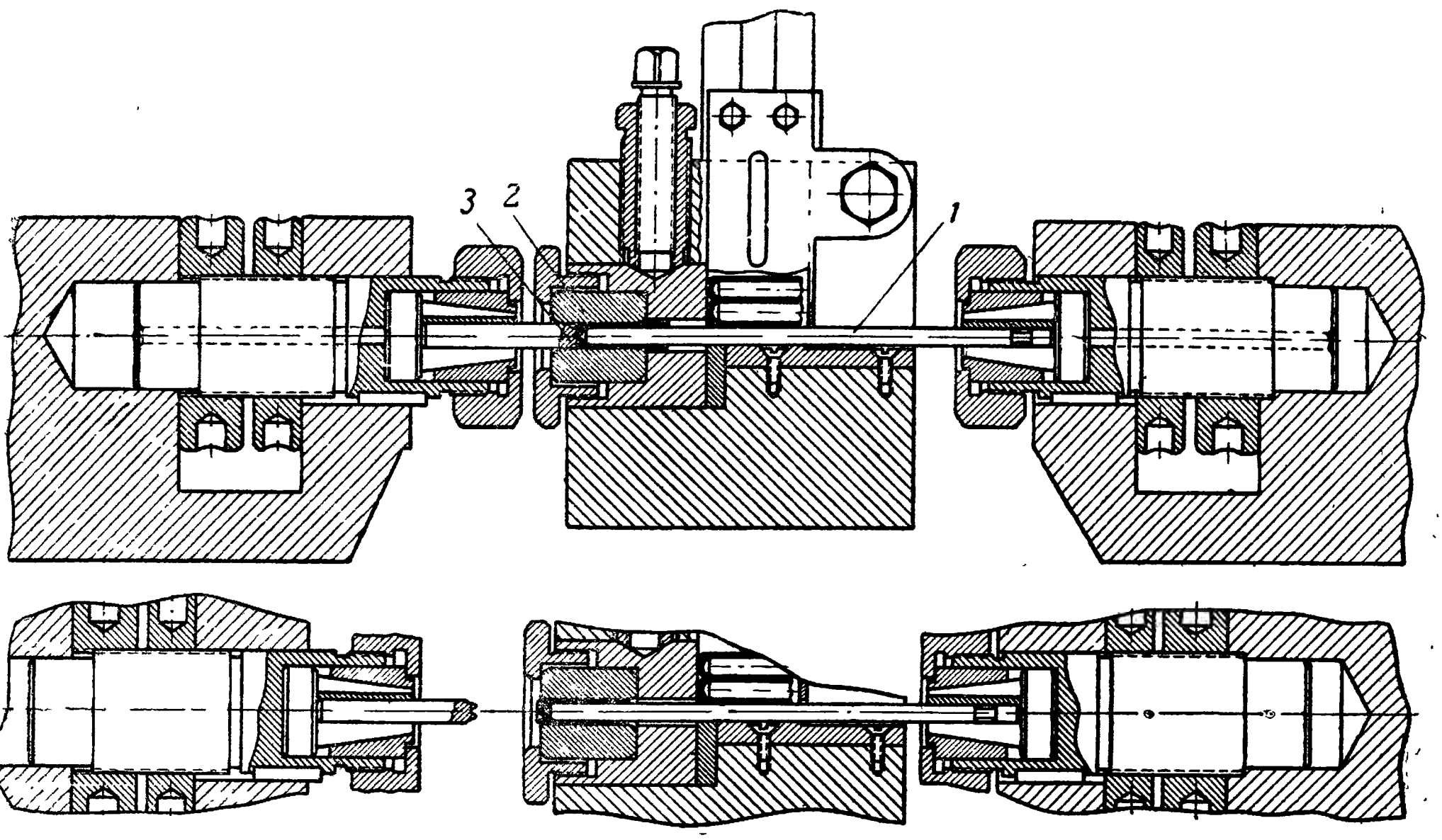
Фиг. 30. Схема обрезки дисковым ножом на оправке.

крепленных в малой игольной каморе *3*, и направляющей для пуансонов, называемой большой игольной каморой *4*. При ходе ползуна пресса вверх стойка — матрица *1* с надетой на ней заготовкой переме-



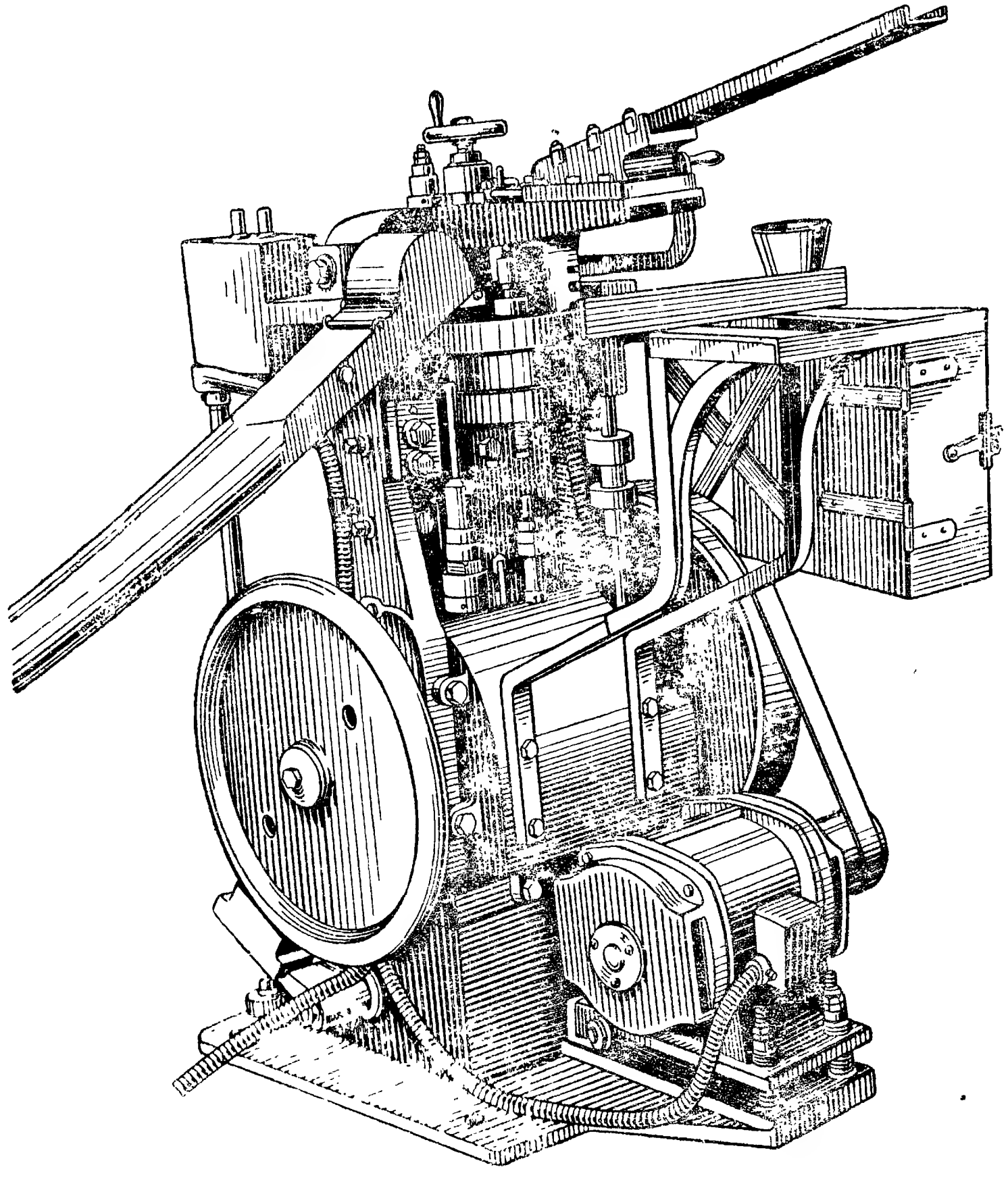
Фиг. 31. Пресс для штамповки.

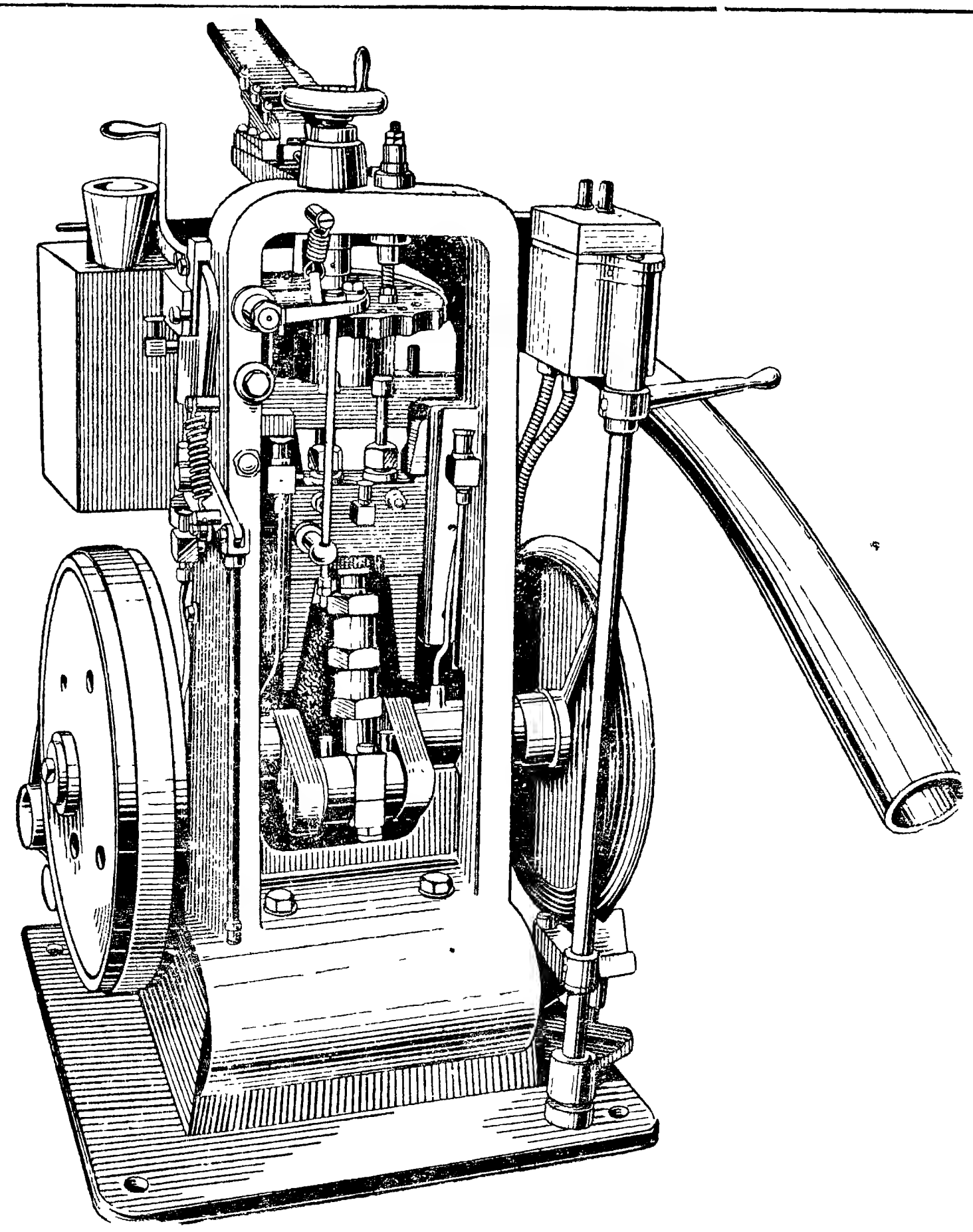
щает большую игольную камеру вверх и обнажает пуансоны (иглы), которые и производят пробивку. Заусенцы также снимаются на стойке, но имеющей четыре режущих по торцу лопасти. Вращающейся



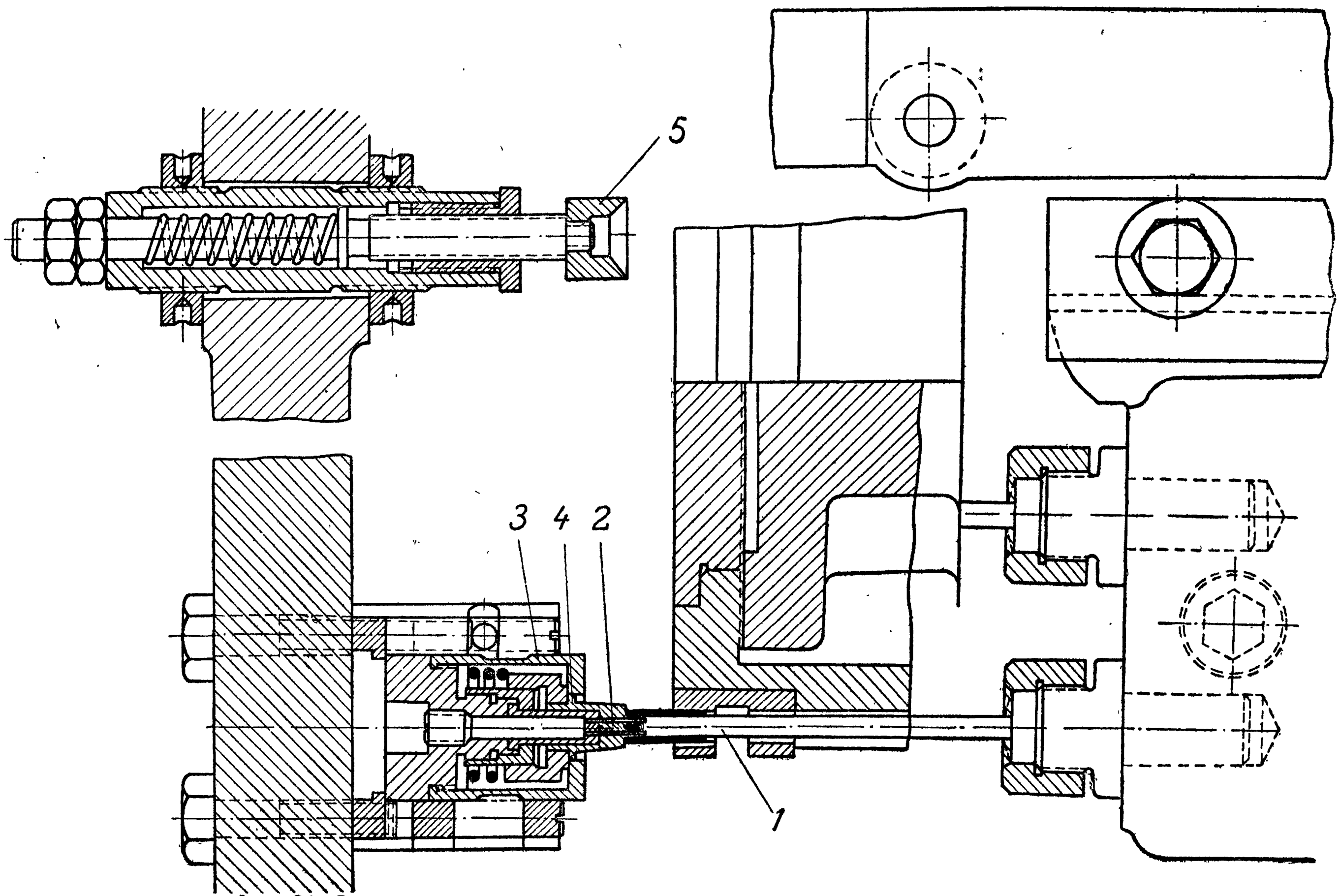
Фиг. 32. Схема штамповки гильзы.

чашкой *5* полуфабрикат поворачивается на стойке, в результате чего заусенцы срезаются. Пробивка затравочных отверстий может быть произведена только в том случае, если оси затравочных отверстий параллельны оси гильзы и толщина перегородки меньше диаметра отверстия. Во всех остальных случаях применяется сверление.

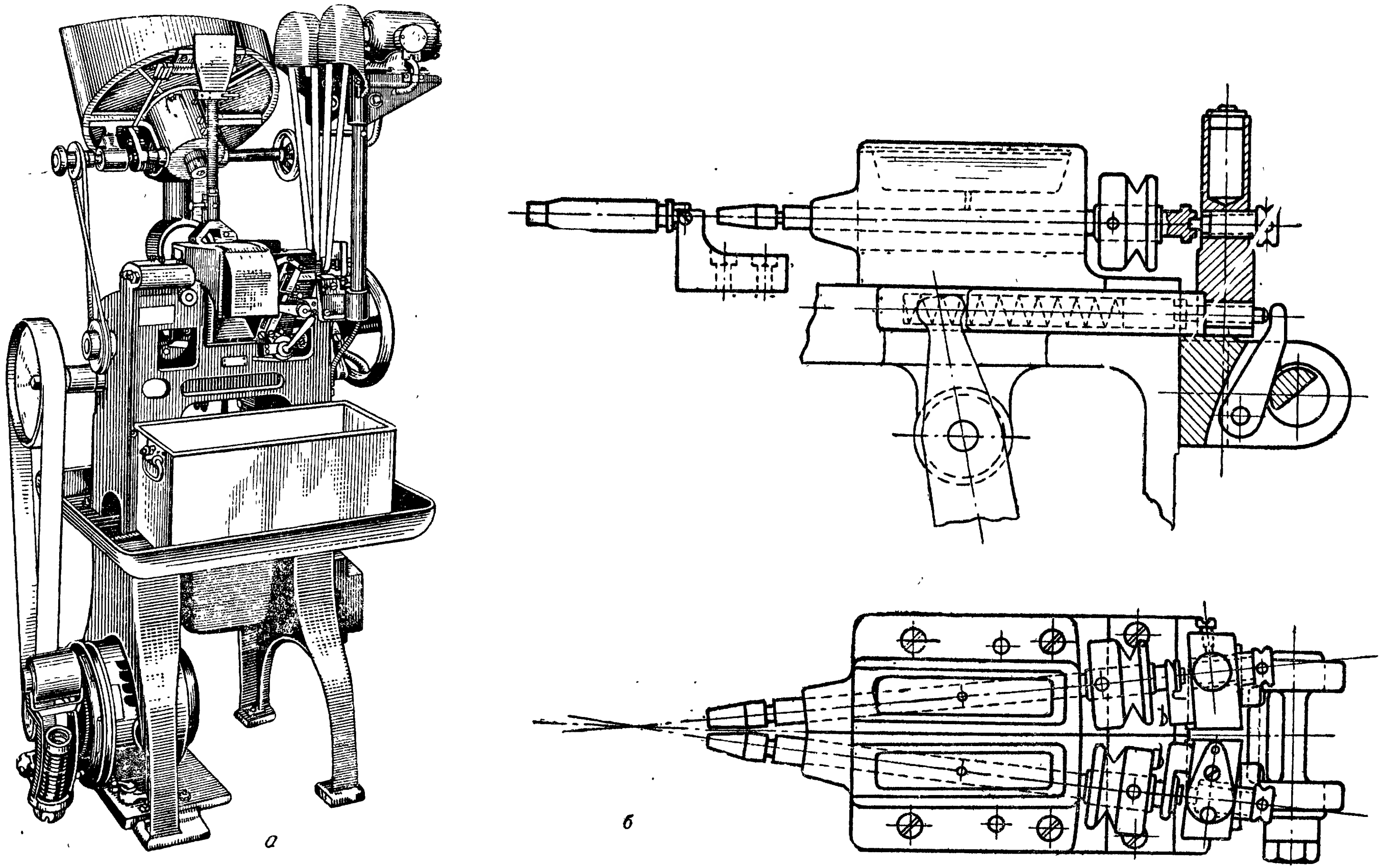




Фиг. 33. Пресс для пробивки затравочных отверстий.



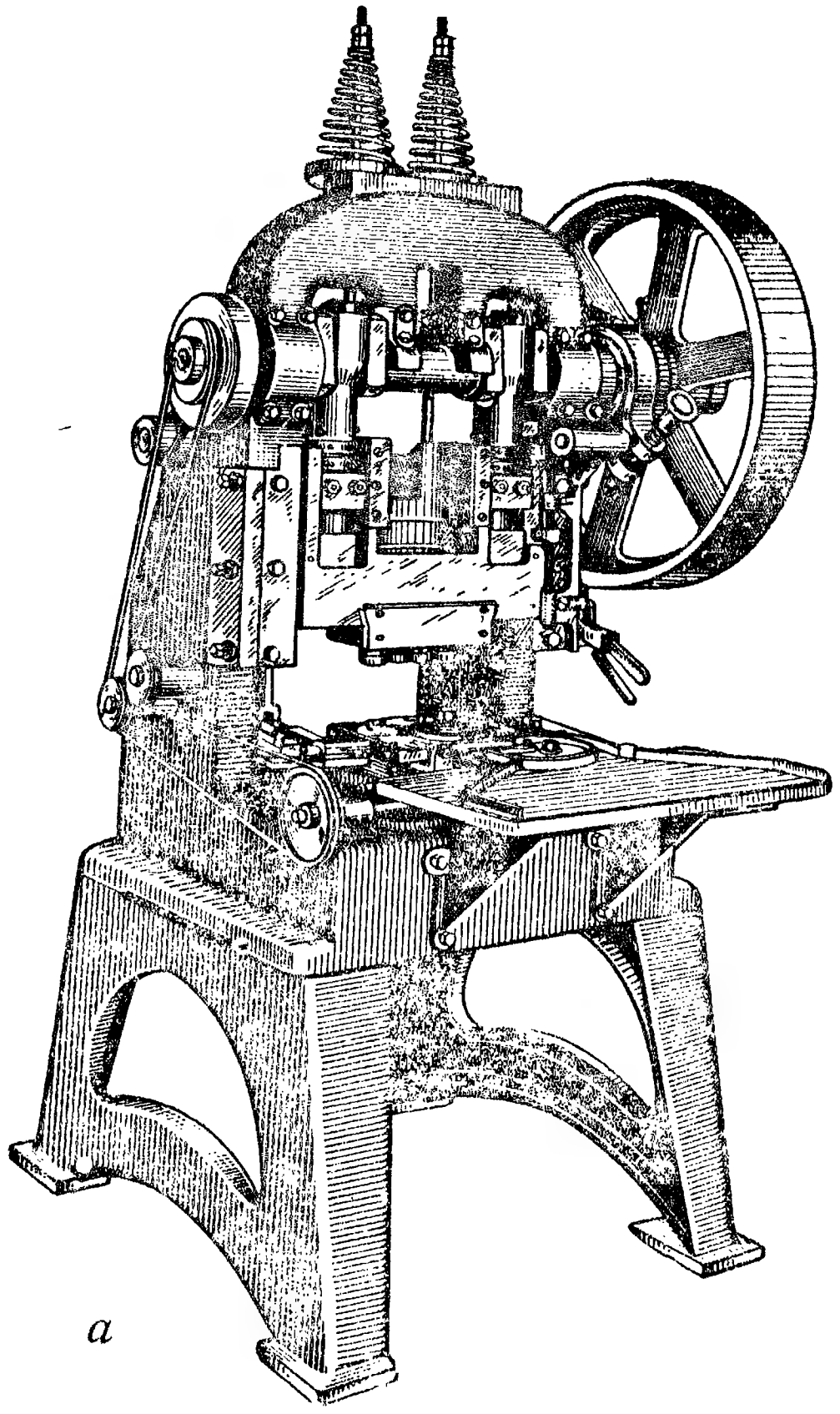
Фиг. 34. Схема установки инструмента для пробивки затравочных отверстий.



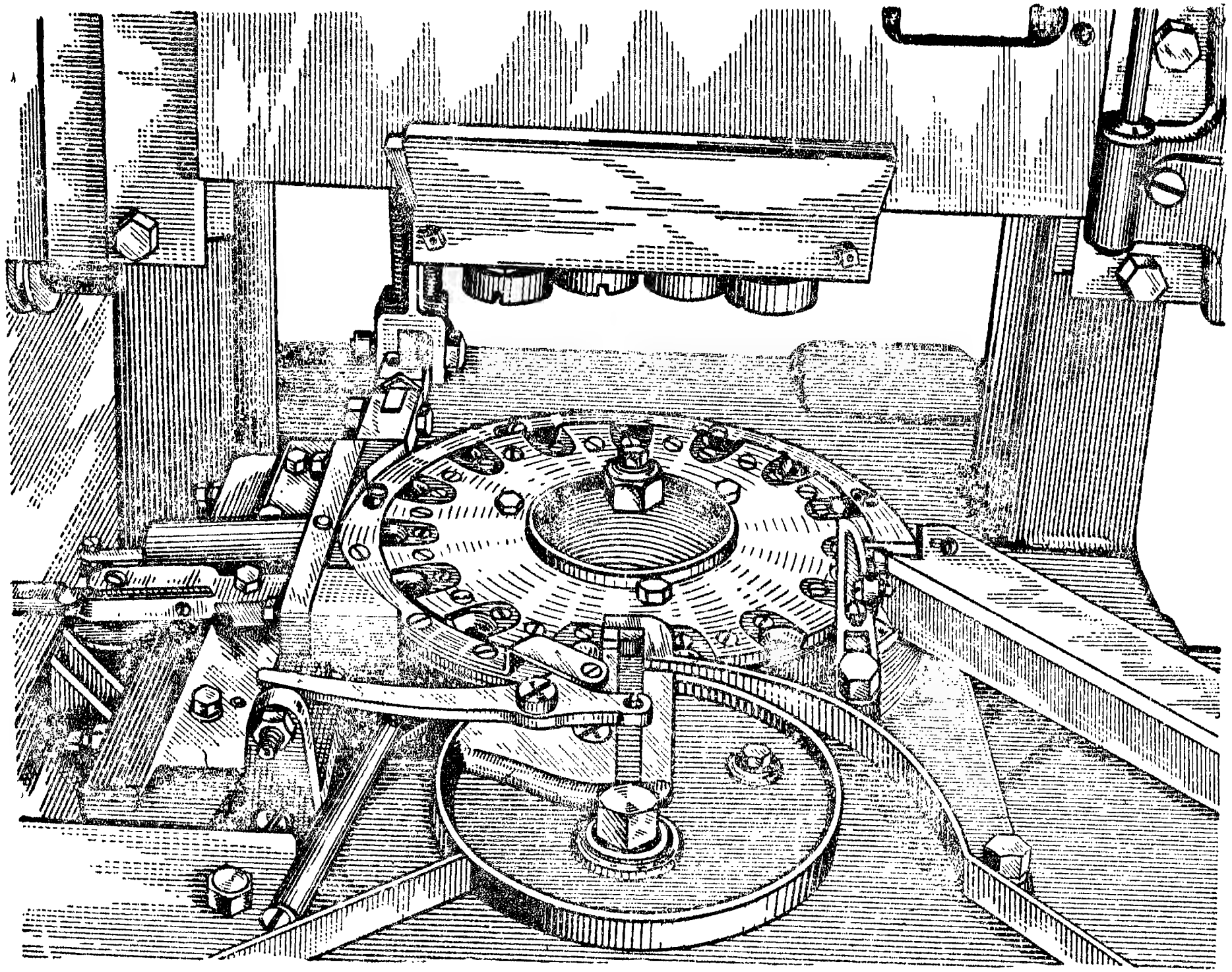
а *б*

Фиг. 35. Станок для сверления затравочных отверстий:

а—общий вид станка; *б*—схема привода шпинделей.



а

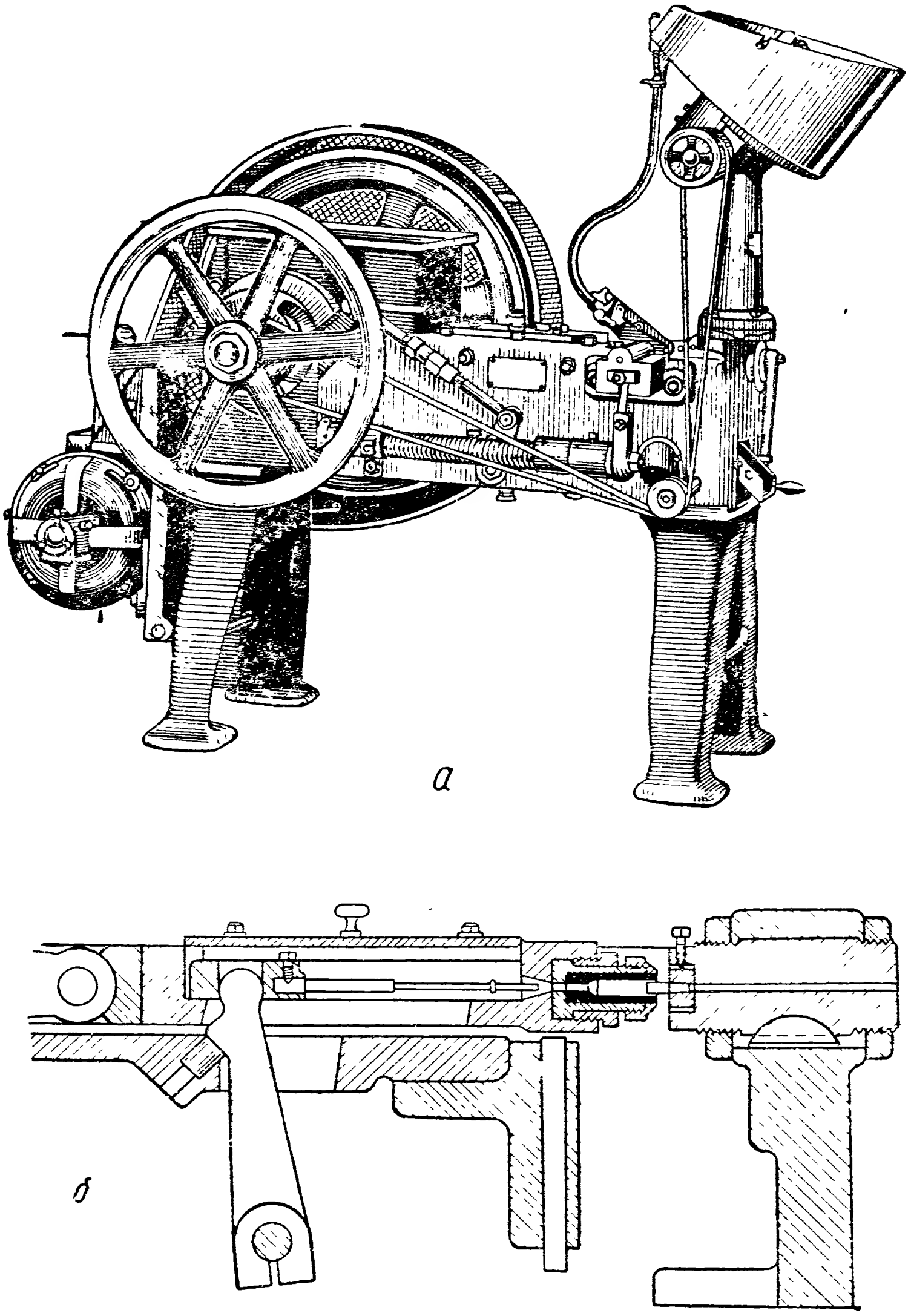


б

Фиг. 36. Вертикальный пресс для обжима гильз:

а—общий вид пресса; *б*—стол пресса.

Станки для сверления наклонно расположенных отверстий и схема привода шпинделей показаны на фиг. 35. Если затравочные отверстия параллельны оси гильзы, применяются вертикальные сверлильные станки с поворотным столом. Ранее указывалось, что механические свойства по длине гильзы неодинаковы; дульце и скат мягче, а корпус

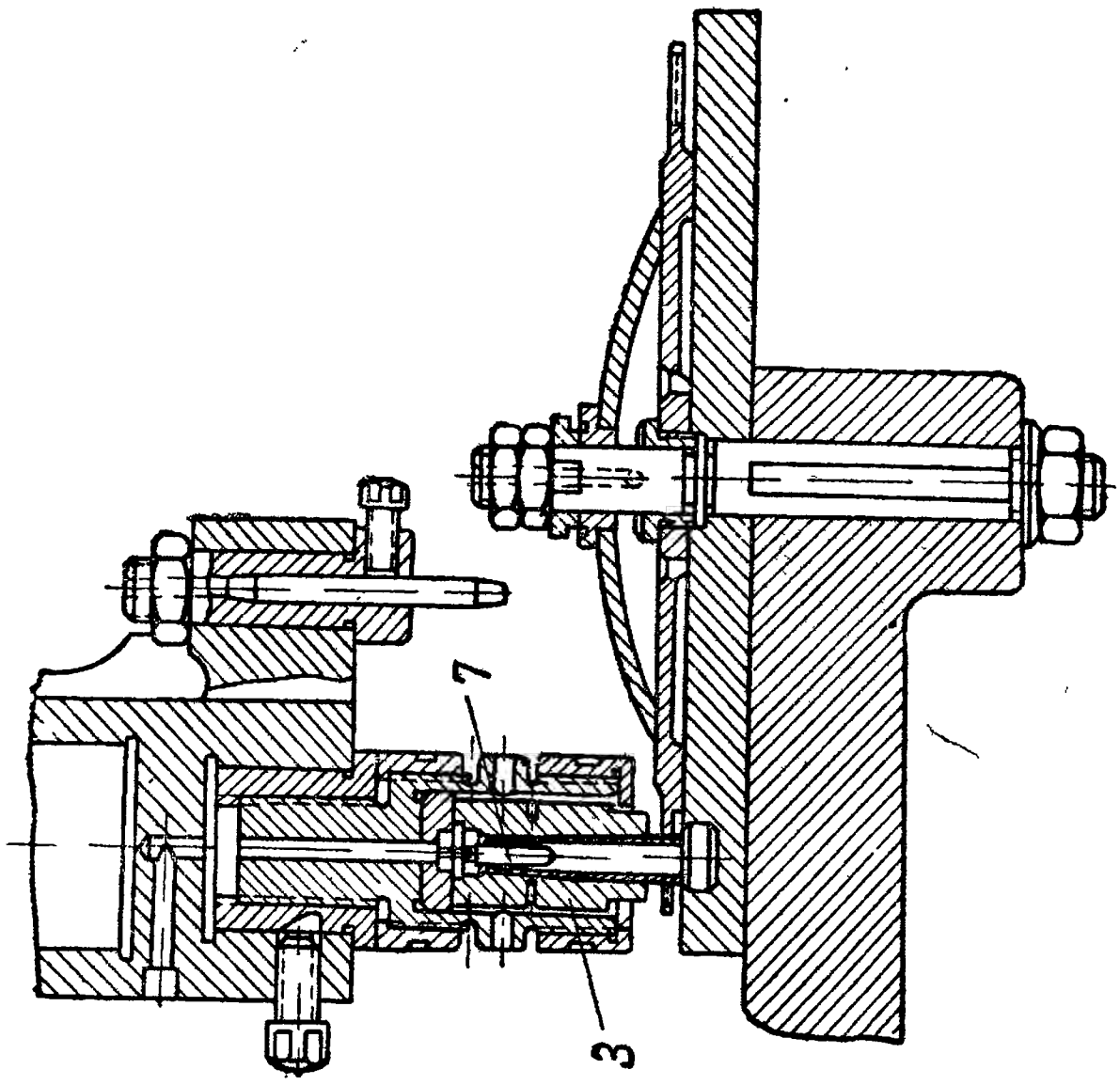


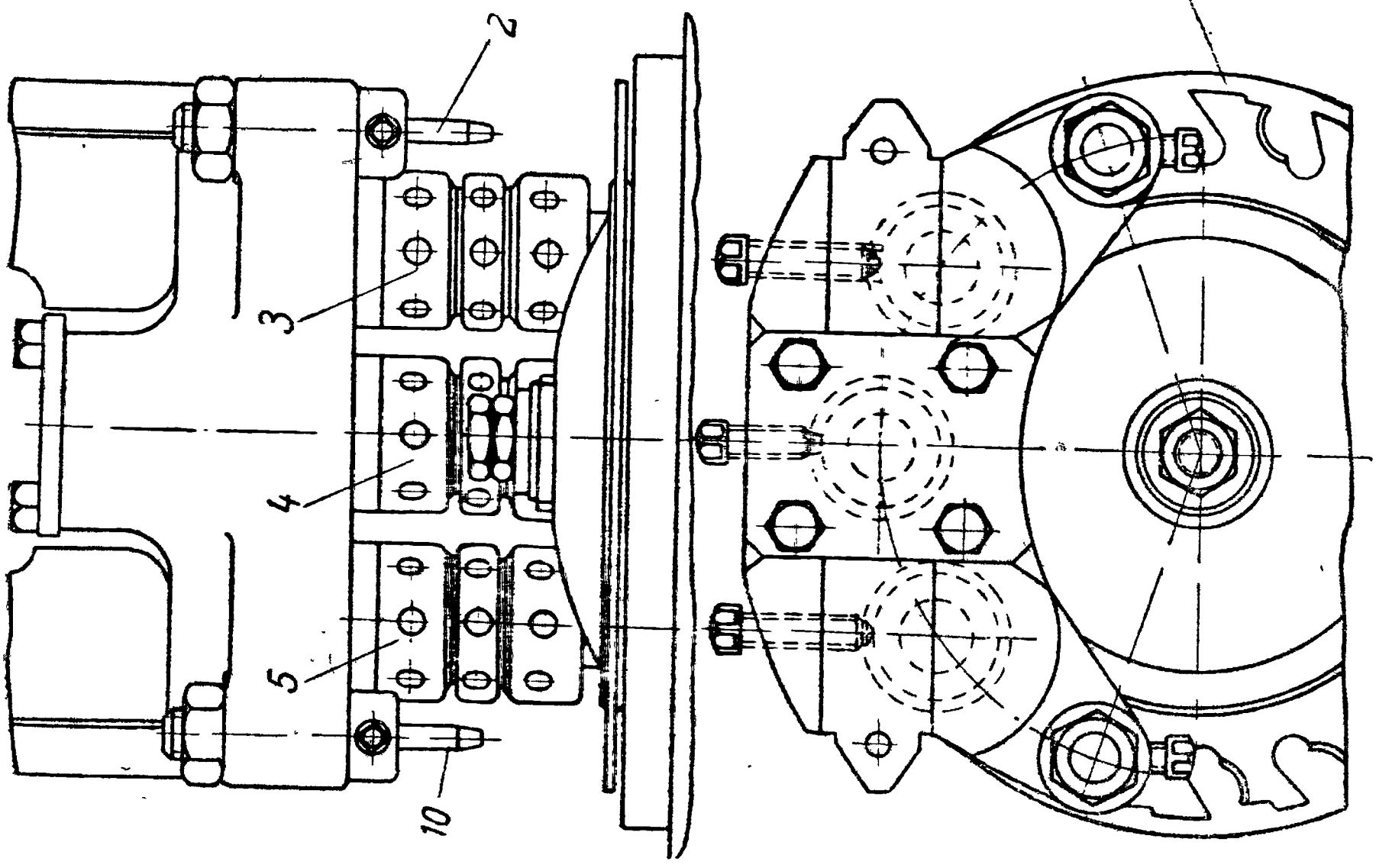
Фиг. 37. Горизонтальный пресс для обжима:

а—общий вид пресса; *б*—схема привода.

и донная часть более твердые. Для создания необходимой прочности по корпусу полуфабрикат при вытяжке был подвержен значительному наклепу. Для восстановления пластичности металла, подвергаемого обжиму, и придания дульцевой части и скату гильзы механических свойств, отличных от корпуса, верхняя часть полуфабриката на определенной длине подвергается отжигу. Для отжига применяют самые разнообразные конструкции дульцеотжигательных станков: карусельные с газовыми горелками, карусельные с электрическими муфелями,

высокочастотные печи, станки для нагрева по методу сопротивления и т. д. В процессе отжига необходимо обеспечить нагрев только на участке дульца и ската; корпус и дно гильзы должны сохранить уже сообщенные им в процессе вытяжки и штамповки механические свойства. После отжига и соответствующей подготовки (см. схемы техно-





Фиг. 38. Схема процесса обжима гильз на вертикальных прессах.

логического процесса) полуфабрикат поступает на обжим. Число обжимов зависит от отношения диаметра дульца к диаметру последней вытяжки, т. е. толщины стенки дульца и материала гильзы.

Обжим производится на горизонтальных или на вертикальных прессах простого действия, показанных на фиг. 36 и 37. Если для обжима необходимы несколько операций, целесообразнее его вести на вертикальных прессах (фиг. 38). Полуфабрикат при помощи автоматического загрузочного устройства поштучно выдается в поворотный стол

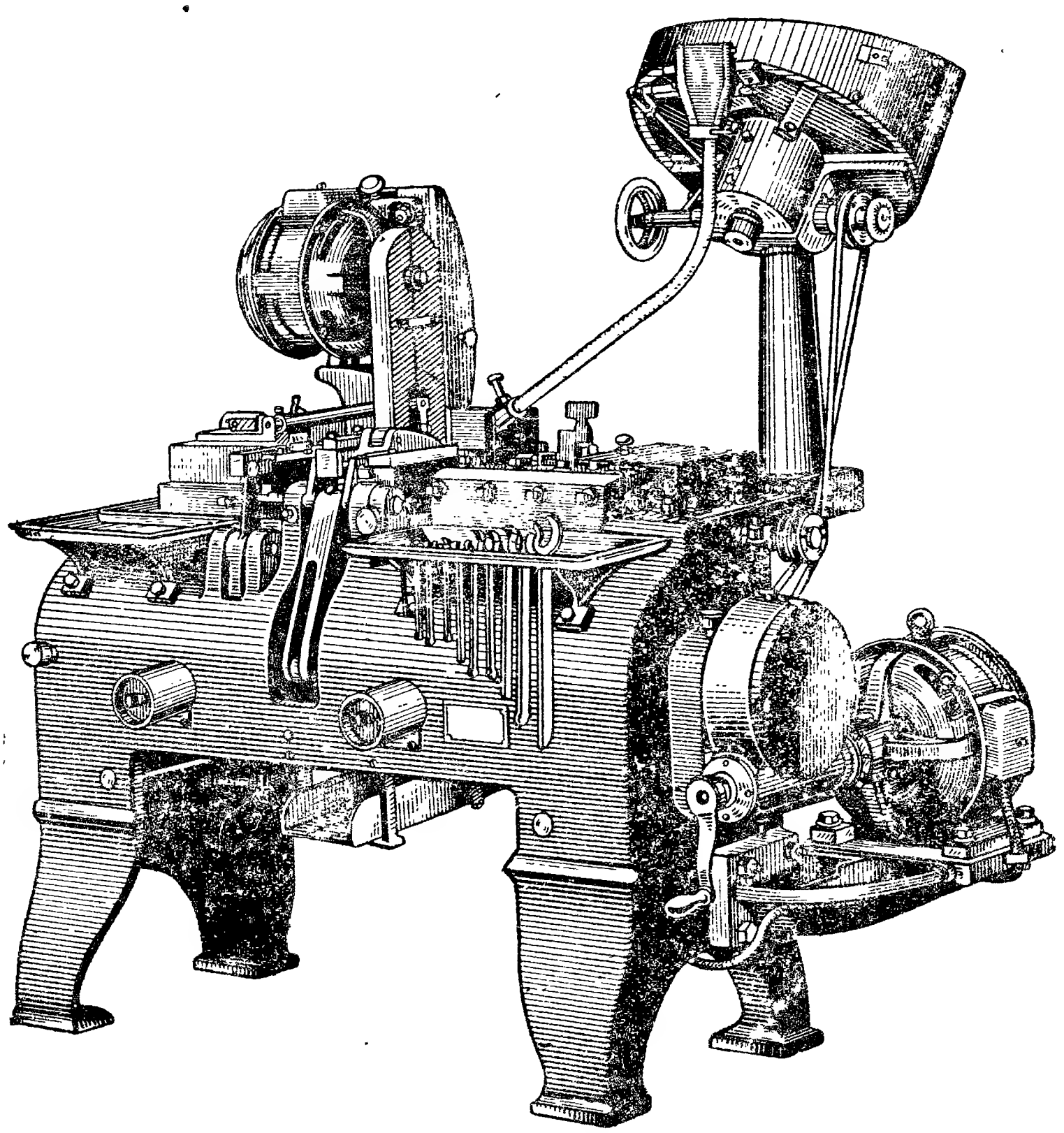
пресса *1* и перемещается последним под расправочный стержень *2*, которым сглаживаются все мелкие неровности в дульцевой части полуфабриката и тем самым предупреждается образование складок. Затем полуфабрикат последовательно обжимается матрицами *3*, *4* и *5* около стержней *7*, *8*, *9* (на фигуре показан только стержень *7*) и, наконец, поступает под расправочный стержень *10*, диаметр которого равен внутреннему диаметру дульца, после чего гильза удаляется из круга. При отсутствии вертикальных многопозиционных прессов и необходимости нескольких обжимов последние могут быть произведены на последовательно установленных друг за другом горизонтальных прессах простого действия. После обжима гильзу для удаления смазки и загрязнений промывают на специально промывочных агрегатах для того, чтобы она была пригодна (чистой и сухой) для производства следующих операций.

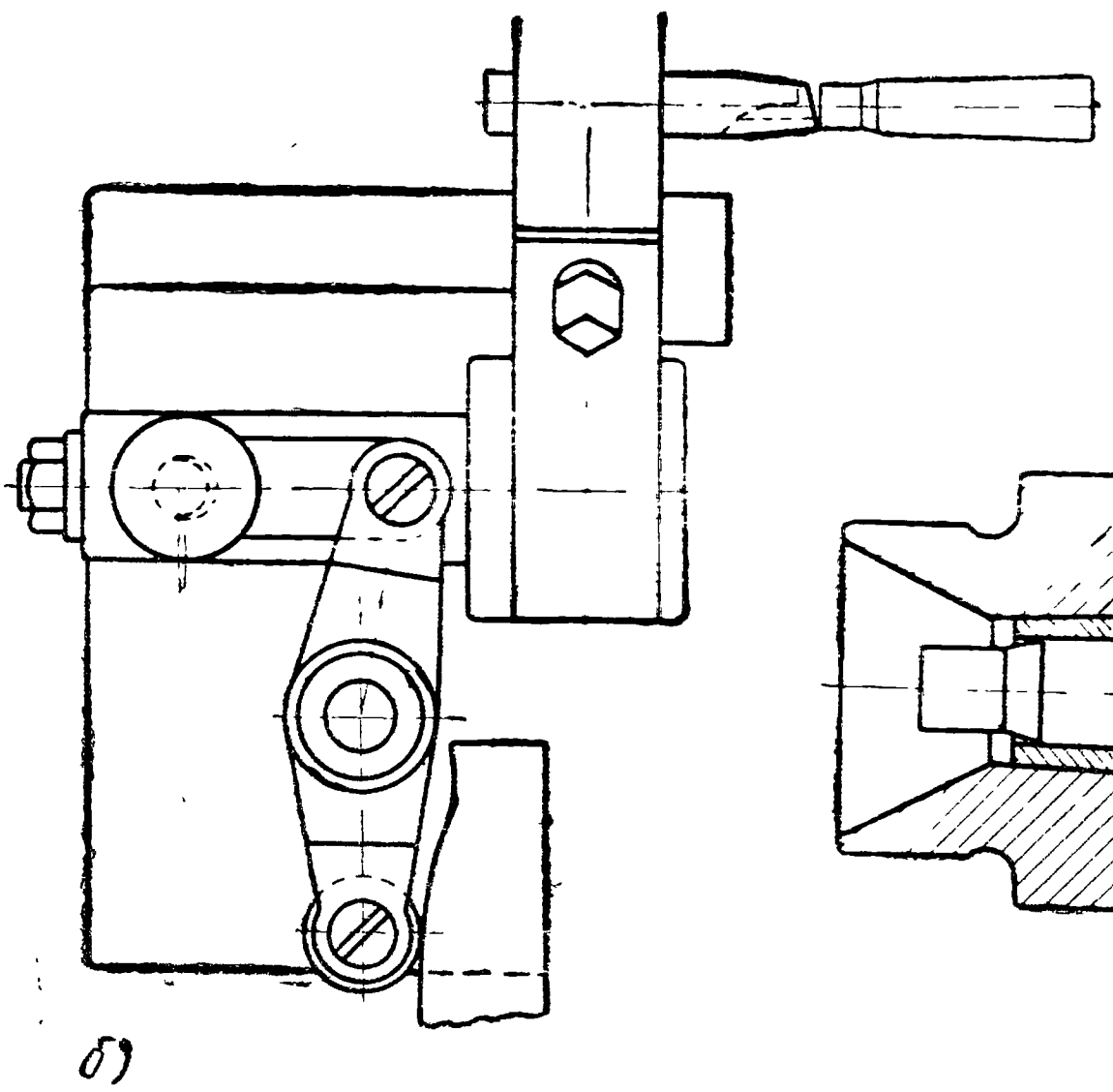
Обточка шляпки и подрезка дульца производятся на специальных токарных автоматах (фиг. 39). При малой конусности корпуса эти операции производятся совместно и обрабатываемая гильза удерживается трением во вращающейся втулке. Шляпка протачивается дисковым фасонным резцом (фиг. 39,*а*), а кромка дульца подрезается специальным канавочным резцом (фиг. 39,*б*). При значительной конусности корпуса гильзы указанные операции производятся раздельно на обычных операционных полуавтоматах, причем обрабатываемая гильза зажимается в цанге. Для биметаллических гильз этим заканчивается собственно процесс обработки. Для латунных гильз после осмотра и проверки размеров производится еще один нагрев дульцевой части для устранения остаточных напряжений, могущих повлечь за собой самопроизвольное растрескивание в процессе хранения.

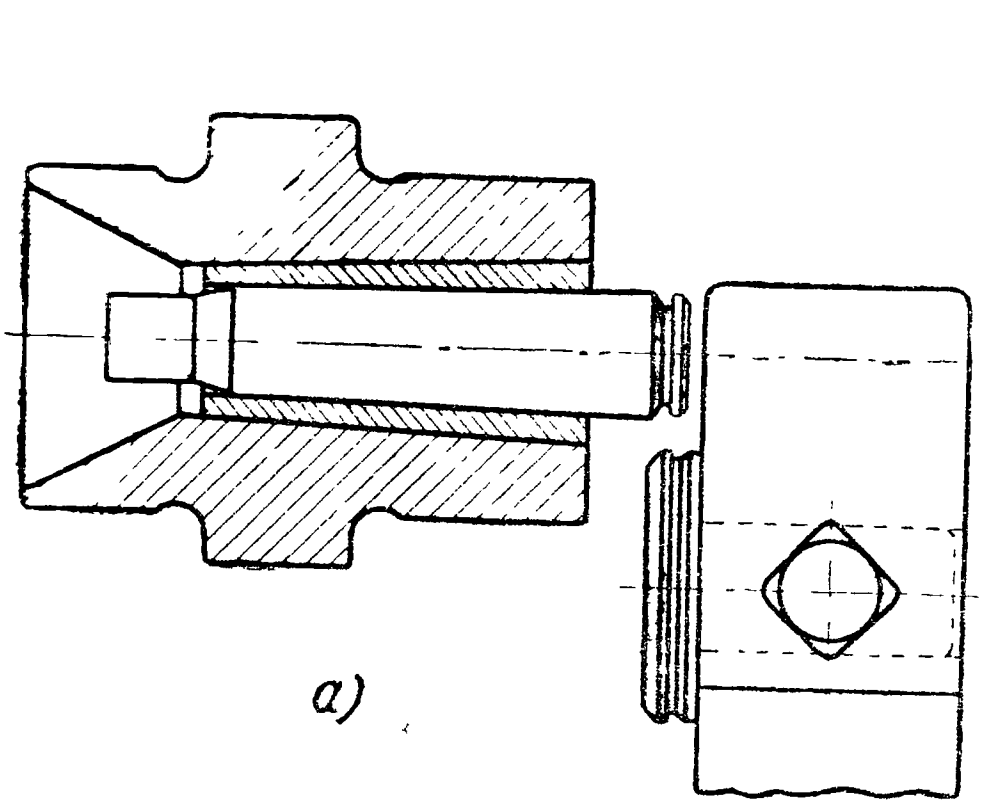
Для нагрева применяются те же станки, что и для нагрева под обжим. Дальнейшая обработка не связана с изменением формы гильзы и заключается в контроле линейных размеров, формы и состояния поверхности. Осмотр наружной поверхности визуальный. Для повышения эффективности наружного осмотра иногда применяют приспособления для фиксации гильзы в требуемом для осмотра положении и придания ей вращательного движения.

Контроль линейных размеров и формы производится на специальных контрольных автоматах. Один из таких автоматов, предназначенный для контроля винтовочной гильзы, показан на фиг. 40. На станке контролируют следующие размеры гильзы: общую длину, диаметр шляпки, высоту наковальни, диаметр капсюльного гнезда, диаметр проточки, толщину фланца, внутреннего диаметра дульца и вхождения в камору. По каждому из этих размеров станок отбраковывает гильзу с отклонениями (в большую и меньшую сторону) и таким образом сортирует их на 17 групп (включая годную продукцию).

На фиг. 40,*а*,*б*, где показана часть (четыре измерительные позиции) станка, сверху видны следующие основные узлы: транспортная рейка *12*, перемещающая поступающие из загрузочного устройства гильзы от одной измерительной позиции к другой, плита *13* с пружинящими упорами *8*, совершающая возвратно-поступательное движение к рейке *12* и от нее, стол *4* с расположенными на нем мерителями и исполнительными органами от первого до девятого включительно. Гильзы подаются в таком положении, что шляпки их располагаются у измерительных позиций, а дульца — против упора *8*. Рейка *12*, опускаясь на гильзы, охватывает их имеющимися в нижней ее части вырезами и затем вместе с гильзами перемещается поступательно слева направо на величину расстояния между осями двух соседних мерителей. После этого рейка, поднимаясь, возвращается в исходное поло-



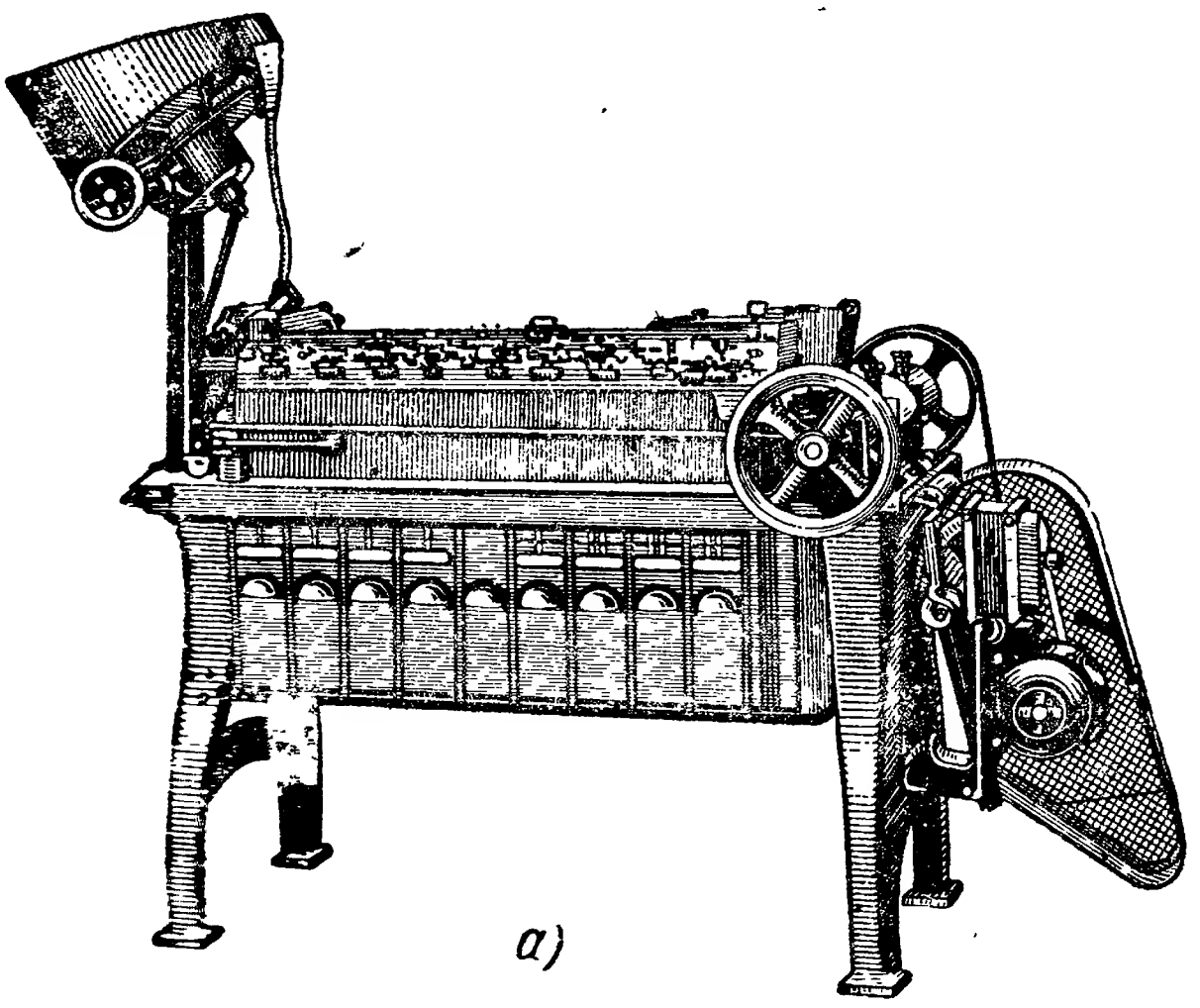


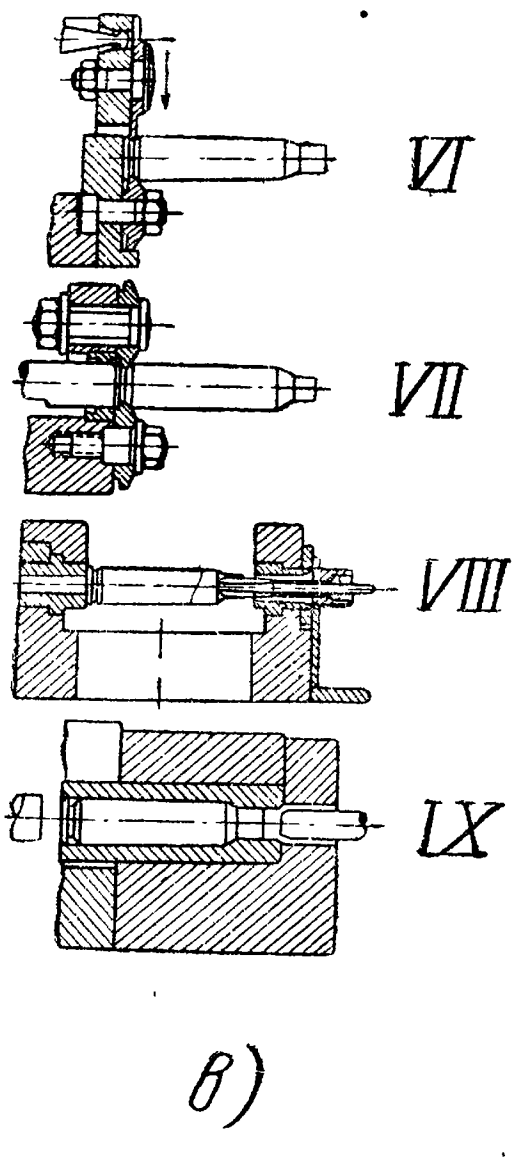


Фиг. 39. Общий вид станка для обточки шляпки и подрезки дульца:
а—схема работы резца для шляпки; *б*—схема работы резца для дульца.

жение и вновь опускается на весь ряд лежащих у измерительных позиций гильз.

Для пояснения работы исполнительных органов рассмотрим в качестве примера позицию III, в которой производится контроль высоты наковальни. Поданная рейкой *12* гильза перемещается упором *8* так, что фланец ее входит в направляющее кольцо (фиг. 40,*б*) и упирается в торец втулки, которая служит также для выталкивания гильзы из направляющего кольца по окончании контроля. Прижатая к торцу втулки гильза перемещает своей наковальней измерительный стержень *3* на величину, зависящую от высоты самой наковальни. Другой конец измерительного стержня *3* нажимает при этом на регулировочный болт *5*, ввинченный в тело рычага *5*, который своим вторым изогнутым концом шарнирно соединен с коротким плечом стрелки *6*. С обеих сторон стрелки *6* расположены ползуны *7* и *9*, скользящие в направляющих *4*, с укрепленными на них кулачками *10* и *11*, из которых левый *11* регулируется, а *10* укреплен жестко. В момент измерения ползуны *10* и *11* под действием пружины (не показанной на рисунке) двигаются вперед и выходят своими передними широкими концами в прямоугольные вырезы в станине станка, расположенные под рейкой *12*. Однако беспрепятственное движение ползунов вперед возможно лишь в том случае, если величина контролируемого размера — в данном случае высоты наковальни — окажется в пределах допуска и стрелка остановится



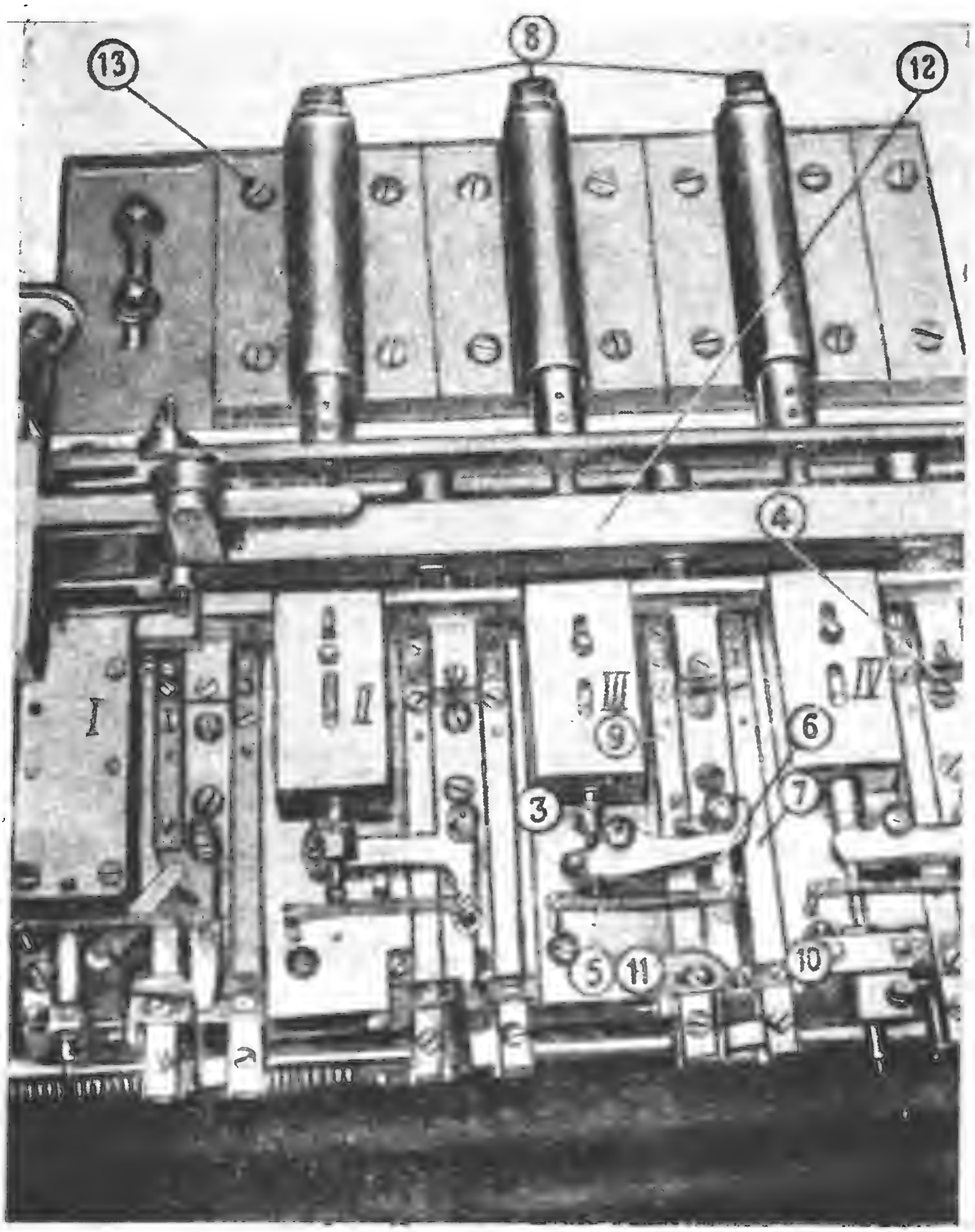


Фиг. 40. Станок для

а—общий вид станка; *б*—вид на

между кулачками *10* и *11*. Если же наковальня окажется низкой, стрелка *6* не дойдет до среднего положения, левый кулачок *11* упрется в нее и ползун не закроет левую половину прямоугольного отверстия. При дальнейшем перемещении транспортной рейки *12* такой гильзы последняя провалится в оставшуюся открытую часть отверстия и попадет в ящик для брака по низкой наковальне. В случае высокой наковальни будет задержан правый ползун *10*, и гильза упадет в ящик для брака по высокой наковальне. Аналогично устроены испол-

...тные органы всех остальных измерительных позиций. Схемы про-...ов (фиг. 40,*в*), выполняемых данным станком, обозначены цифрами, ...ветствующими следующим размерам контролируемых гильз: — общая длина, *II* — диаметр фланца, *III* — высота наковальни, и *V* — диаметр капсюльного гнезда, *VI* — диаметр проточки,



контроля гильз:

станок сверху; *в*—схема промеров.

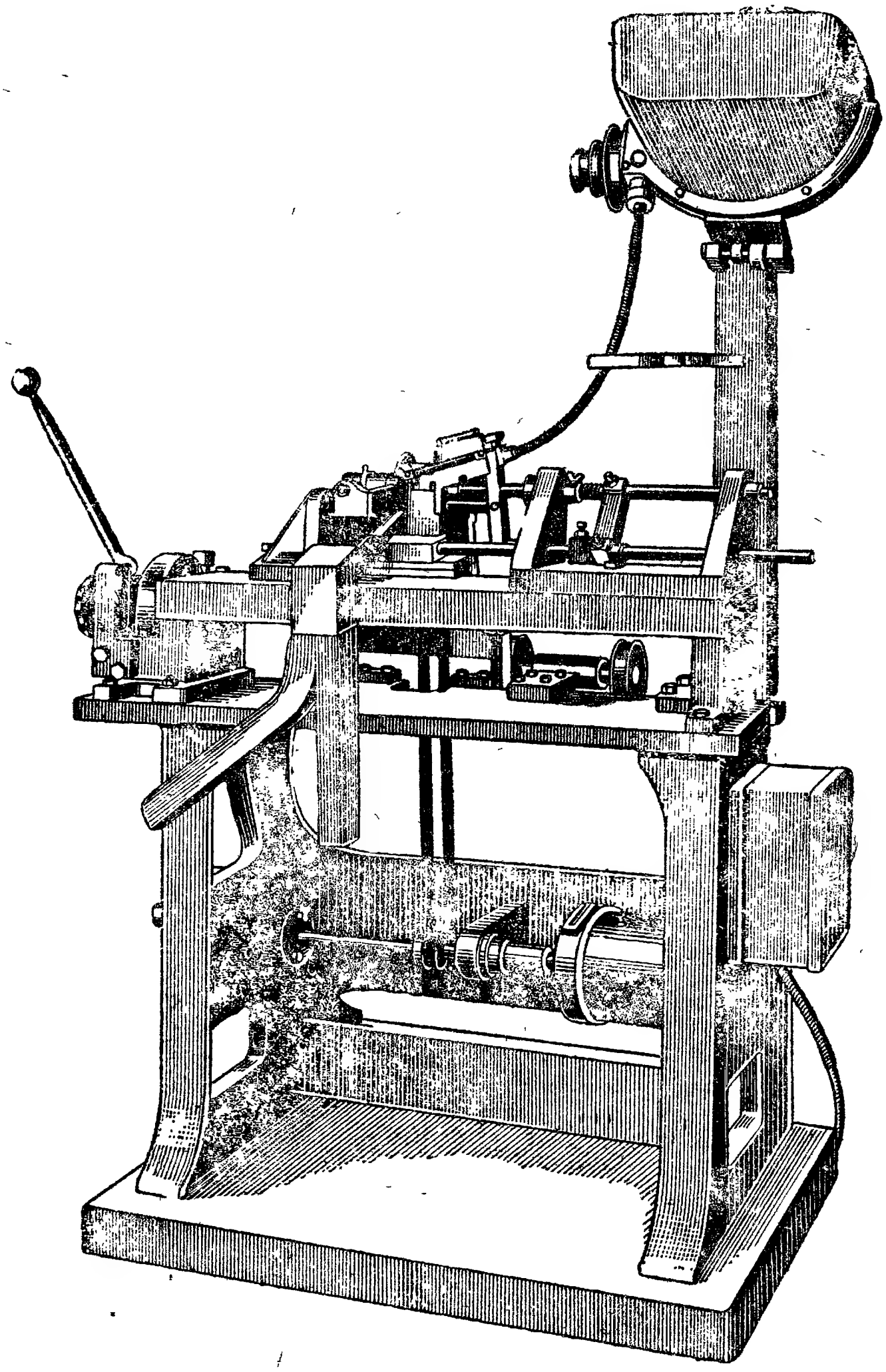
VII — толщина фланца, *VIII* — внутренний диаметр дульца, *IX* — камо-рение.

Приведенные схемы просты и не нуждаются в пояснениях.

Стальные гильзы после контроля обычно лакируют. Для лакирования их набирают в сборке, подвешивают к транспортирующей цепи специального лакировочного агрегата, погружают в ванну с лаком, а затем проходят через сушильную камеру, где и нагревают до температуры 150°; выгрузка из печи производится вручную.

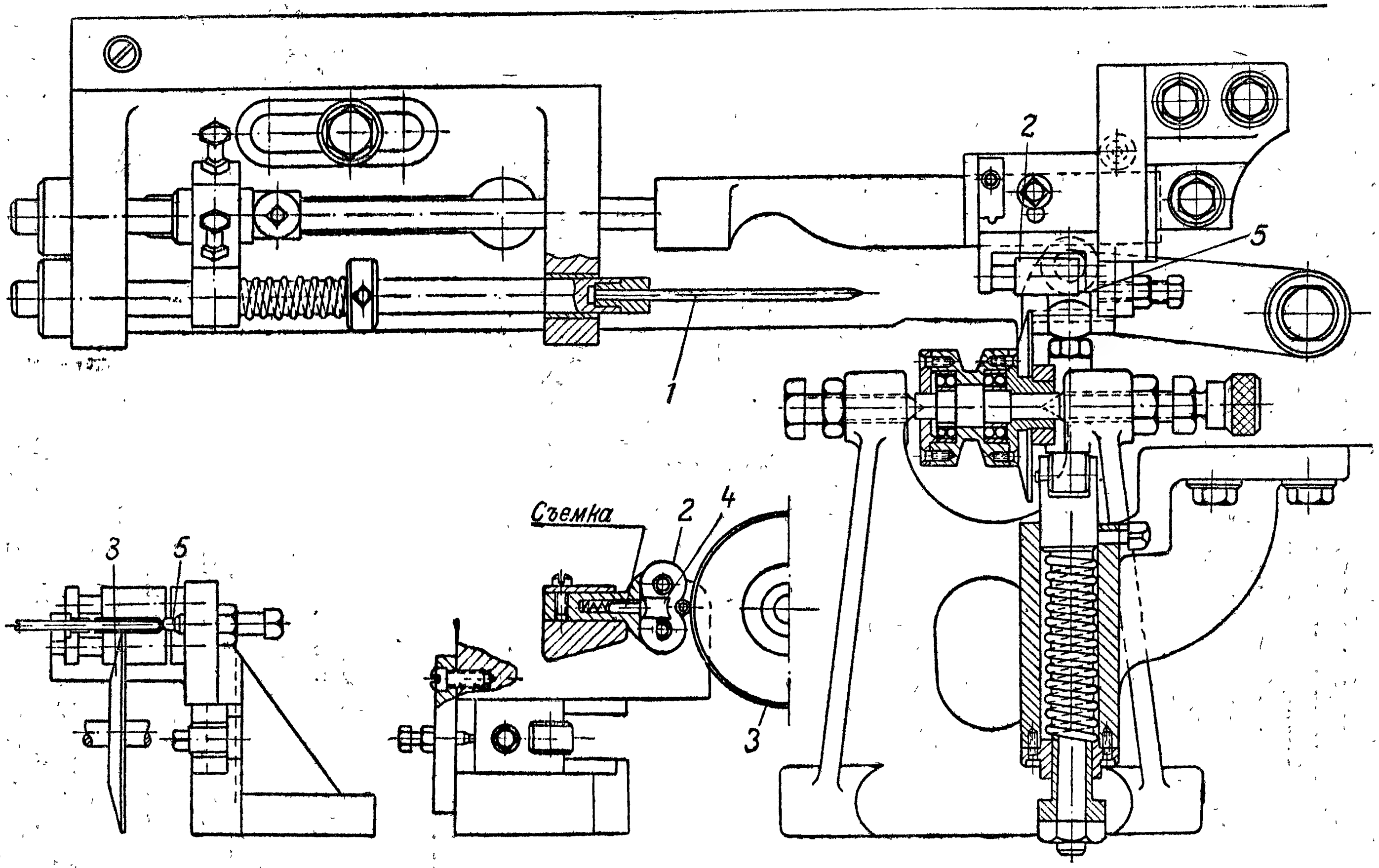
Б. Технология изготовления пульной оболочки

Заготовкой для изготовления пульной оболочки является колпачок, получаемый из полосы или ленты. Колпачки изготовляют путем одновременной вырубки и свертки на прессах двойного действия. Оборудование и инструмент для вырубки и свертки подобны применяемым при изготовлении гильзовых колпачков, но меньше по мощности и га-



Фиг. 41. Станок дла обрезки оболочки.

баритам, а потому описание их опускаем. Как известно, в процессе свертки материал теряет свои пластические свойства, поэтому колпачки подвергаются отжигу в электрических печах сопротивления. Отожженные колпачки из биметалла подвергаются травлению, промывке и сушке, а из стали — травлению, промывке, обезжириванию, промывке, бондеризации, промывке в мыльном растворе и сушке. Применяемые для этой цели агрегаты аналогичны гильзовым. Подготовленный таким образом колпачок поступает на вытяжку. Число вытяжек зависит от размеров оболочки (толщины исходного материала и толщины стенок оболочки) и принято за одну операцию утонения. Для оболочек, при-

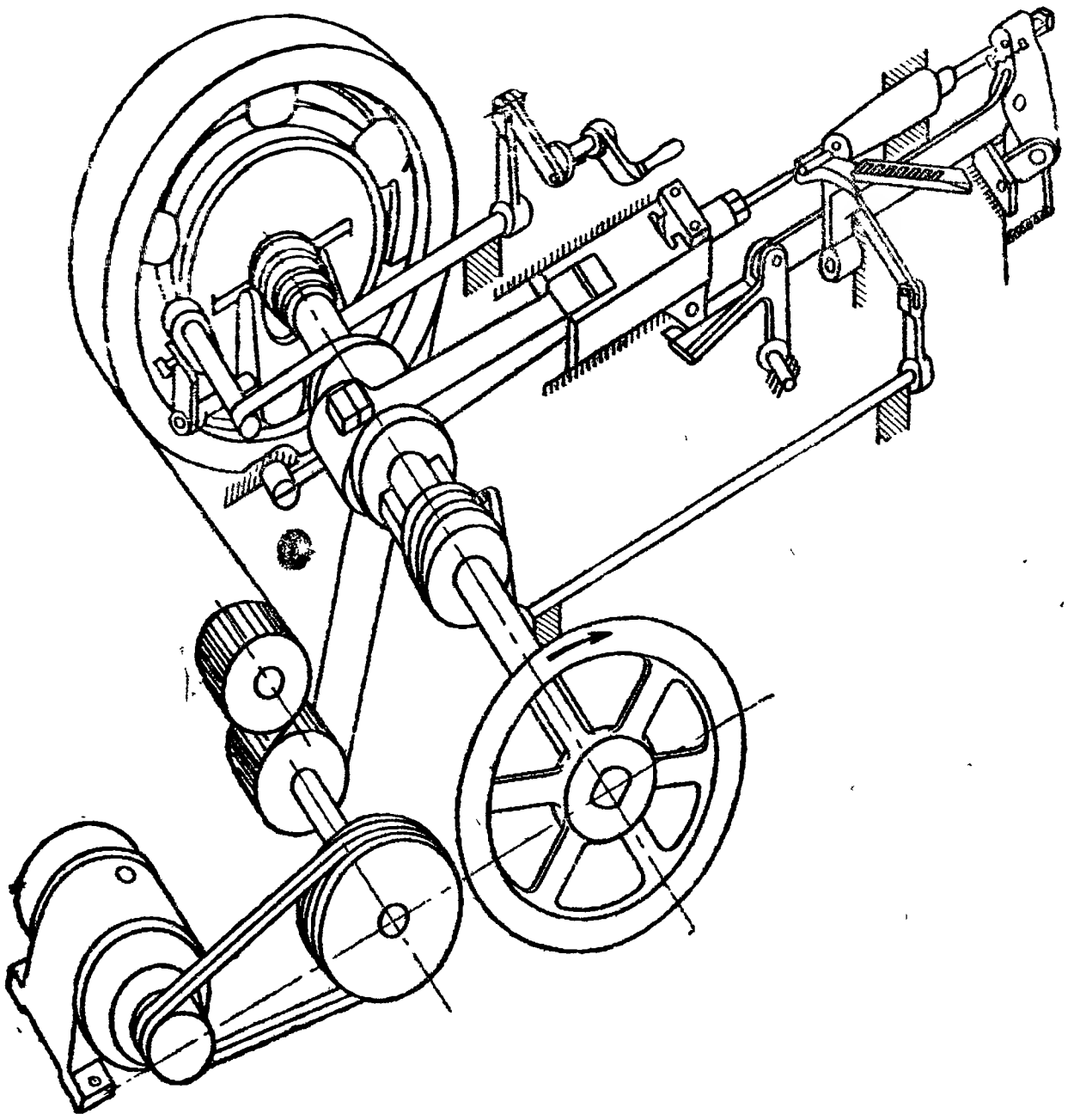


Фиг. 42. Схема установки инструмента для обрезки оболочки.

меняемых в пулях стрелкового оружия, число вытяжек колеблется в пределах от одной до четырех.

Обычно вытяжки производятся без промежуточных отжигов. Исключение составляют оболочки для пуль крупного калибра, где между второй и третьей вытяжками производится отжиг и неизбежны сопутствующие отжигу травление, промывка и т. д.

Для вытяжки применяются вертикальные и горизонтальные вытяжные прессы простого действия. Как те, так и другие бывают однопуансонные и многопуансонные. Вертикальные многопуансонные прессы работают по принципу параллельной концентрации операции, т. е. про-



Фиг. 43. Схема пресса для обжима оболочек.

изводятся одноименные вытяжки, а горизонтальные, многопуансонные — по принципу последовательной концентрации операции, т. е. все вытяжки, необходимые для получения оболочки, производятся на одном прессе.

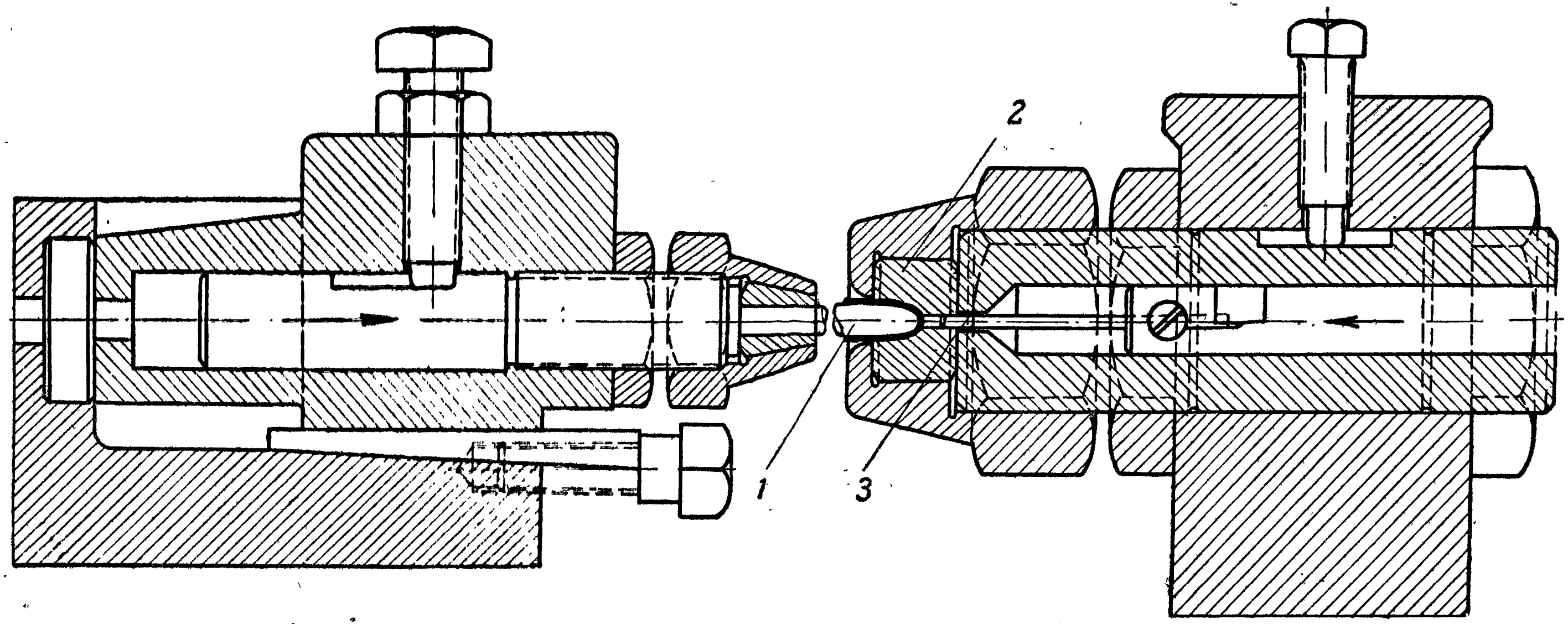
Описание процесса вытяжки опускаем, так как он аналогичен процессам вытяжки гильз.

Порядок последующей обработки оболочки зависит от типа пули и наличного парка оборудования. Для обычных пуль, если применяются специальные многопуансонные прессы для обжима и монтажа пуль, вначале производится обрезка, затем промывка и сушка, и подготовленная таким образом оболочка поступает на пресс.

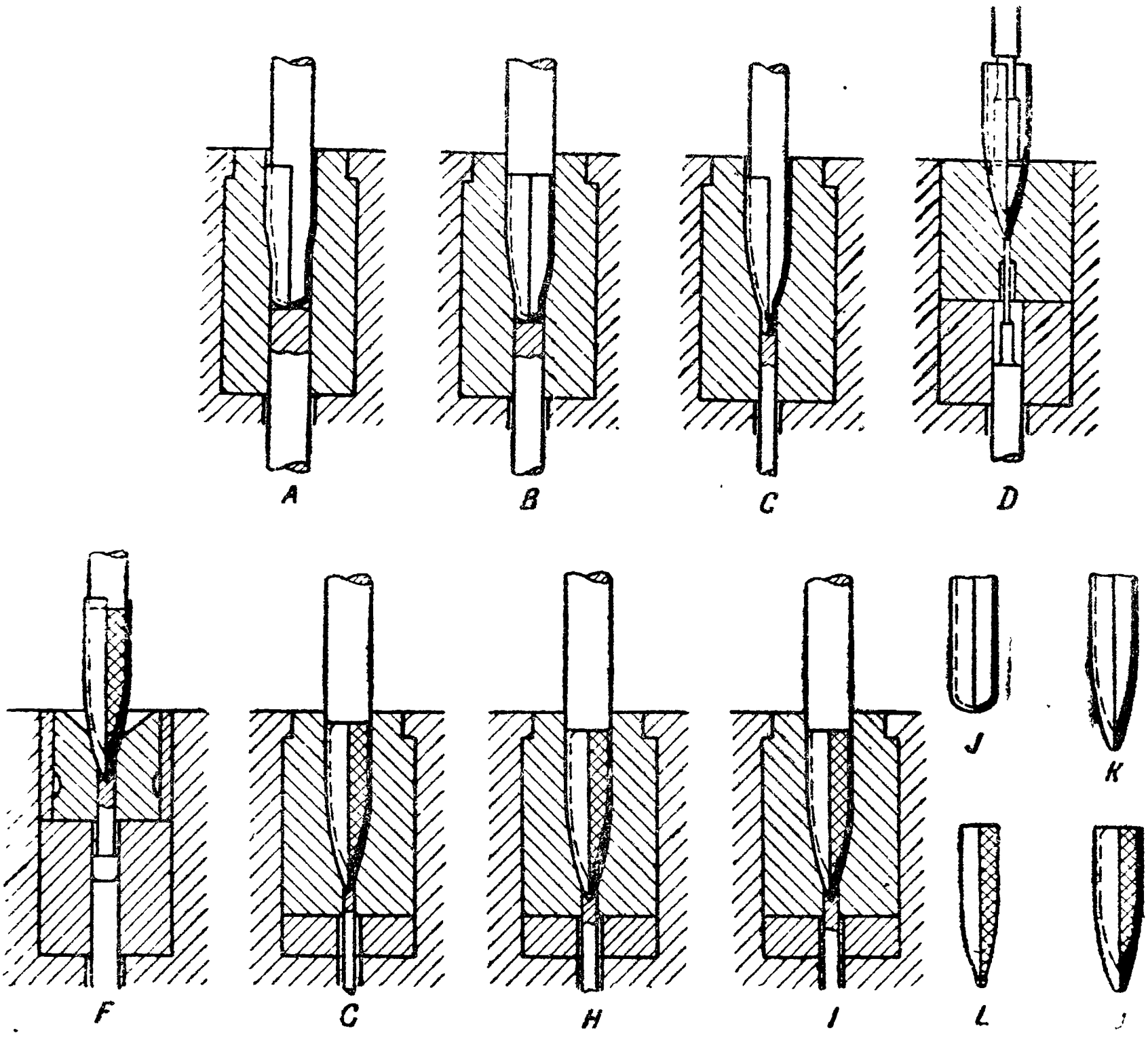
Если изготовляются специальные пули или обычные, но прессы для обжима и монтажа пуль отсутствуют, вначале производятся промывка, обжим, а затем обрезка. Обрезка в обоих случаях производится на специальных обрезных станках.

Схемы станка для обрезки и установки инструмента показаны на фиг. 41 и 42. Обрезаемая заготовка шпалером *1* устанавливается до упора *5* между вращающимися роликами *2*, где и обрезается принудительно вращающимся дисковым ножом *3*, имеющим помимо вращения движение подачи; съемкой *4* снимают обрезанные изделия и отходы.

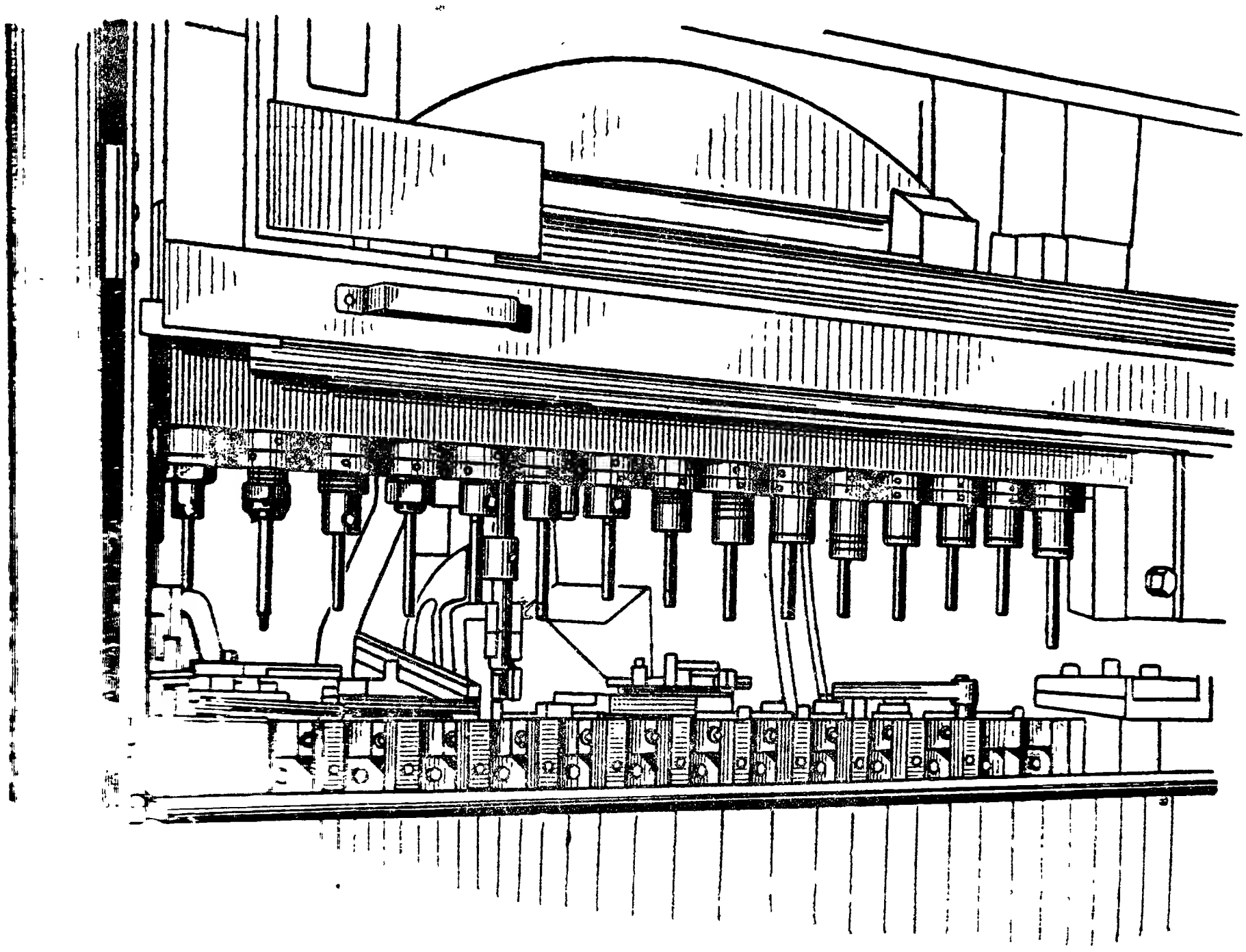
Обжим оболочки, т. е. придание образующей криволинейной формы, производится на специальных прессах. Иногда, как это и указывалось



Фиг. 44. Схема установки инструмента для обжима оболочек.



Фиг. 45. Схема процесса обжима оболочек и монтажа пули.



Фиг. 46. Пресс для обжима и монтажа пуль.

нее, процесс обжима объединяется с монтажом пули. Число обжимов в зависимости от формы пули колеблется от одного до четырех.

Эскиз установки обжимного инструмента на горизонтальном прессе (фиг. 43) показан на фиг. 44.

Обжимной стержень *1* (фиг. 44) закреплен в ползун пресса, матрица *2* закреплена в державке стойки пресса. Выталкиватель *3* внутри матрицы получает от специального кулачка поступательное движение.

Если на прессе производится несколько обжимов, то впереди матриц устанавливают специальный механизм для перемещения заготовок с одной операции на другую. Схема процесса обжима и монтажа пули показана на фиг. 45, а вертикальный пресс для этой цели — на фиг. 46.

После обжима оболочки протирают опилками. Протирка производится в обычных барабанах. Заключительными операциями являются контроль поверхности и линейных размеров.

Качество поверхности проверяют внешним (глазным) осмотром. Линейные размеры (длины оболочки и формы вершинки) проверяют на специальных контрольных автоматах. Если оболочки изготовляют из стали, перед контролем их покрывают латунью. Иногда латунирование заменяют оцинкованием, но последнее производят после монтажа пули.

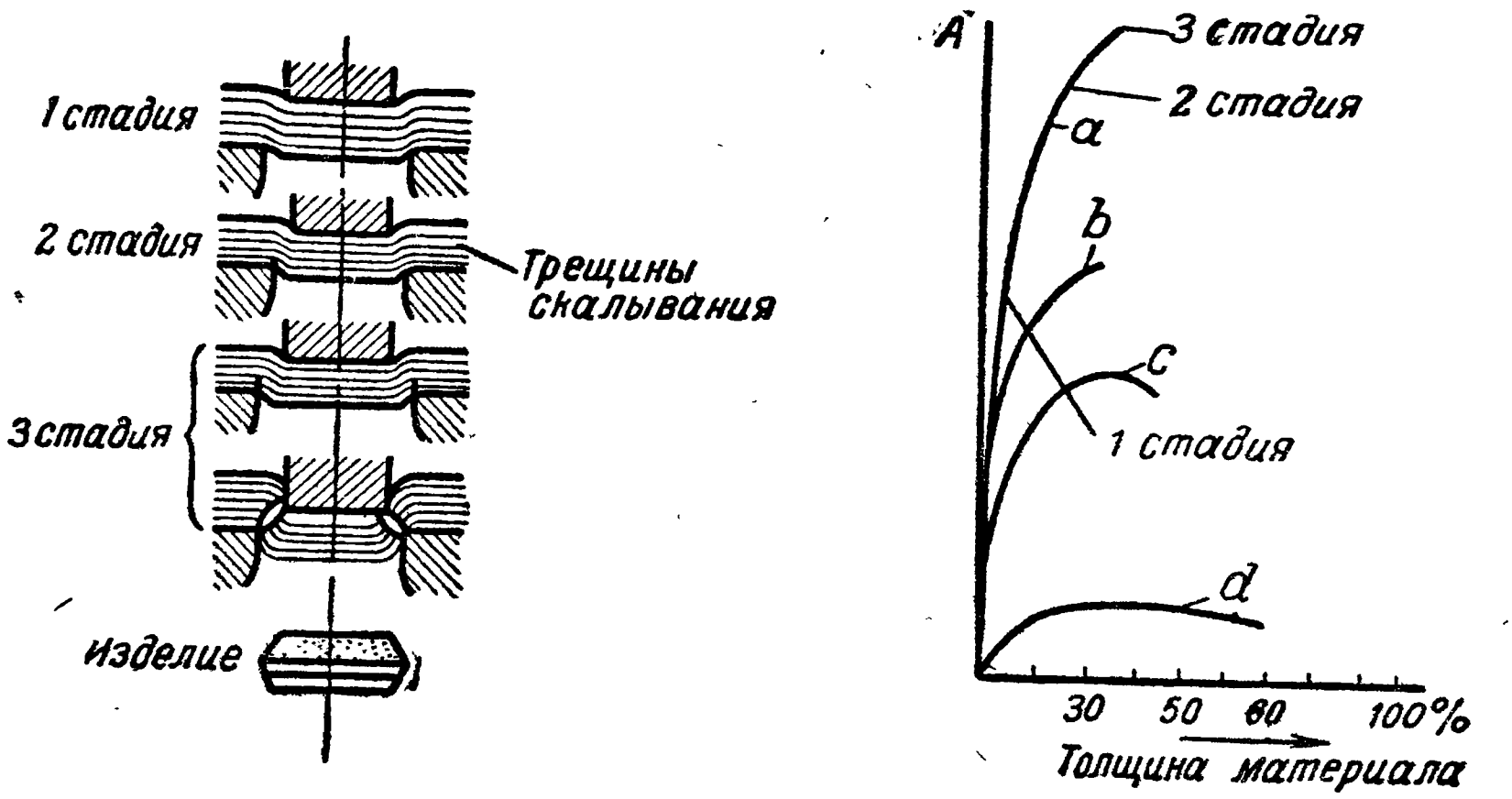
ГЛАВА III

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРУБКИ

§ 1. Технология вырубки

Вырубка, т. е. полное отделение по замкнутому контуру одной части материала от другой, применяется как самостоятельная операция, так и в сочетании с другими операциями.

На фиг. 47 схематически изображена последовательность процесса вырубки. В первой стадии пуансон незначительно углубился в материал,

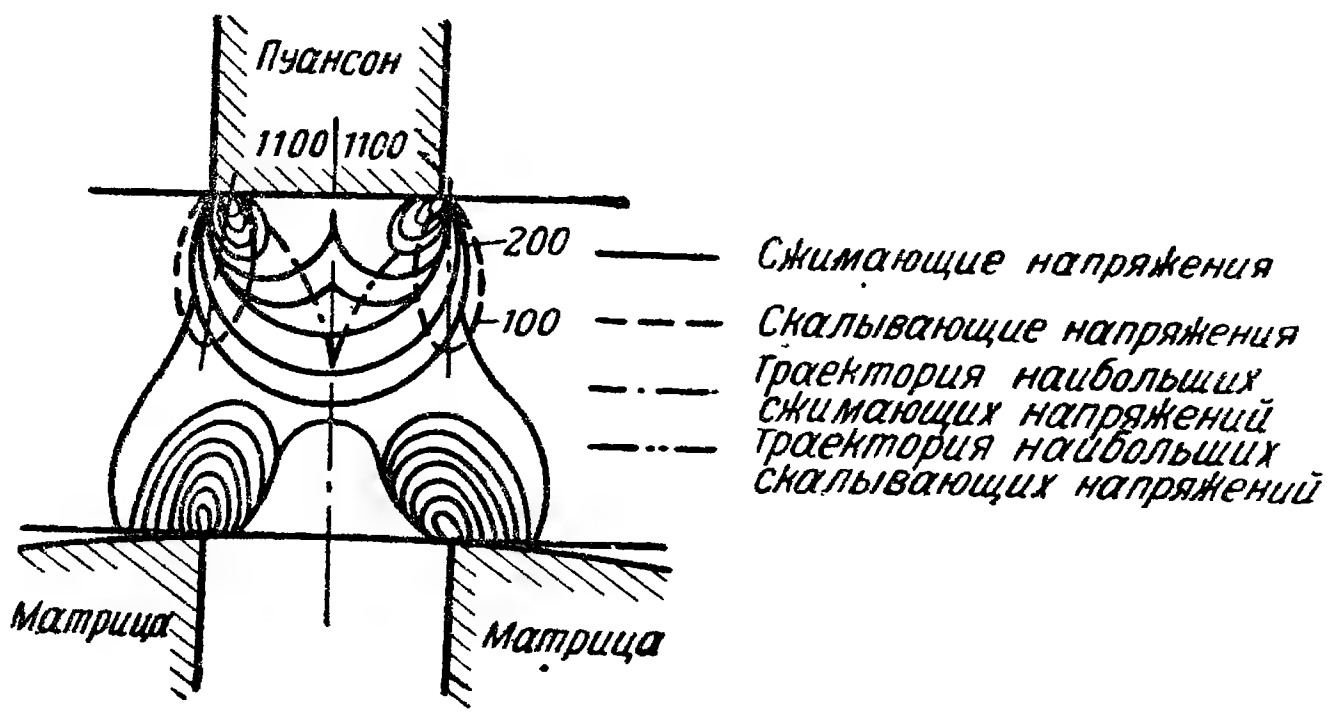


Фиг. 47. Схема процесса вырубки.

вызвав легкое выпучивание его в матрицу и незначительный наплыв в виде буторка со стороны пуансона. Эта стадия сопровождается сжатием верхнего слоя, незначительным изгибом и растяжением волокон. Конец первой стадии наступит при достижении предела упругости. При дальнейшем движении пуансона в материал, что соответствует второй стадии, происходит заметный изгиб, растяжение волокон материала и в зоне режущих кромок пуансона и матрицы намечается образование идущих под углом трещин скалывания.

В третьей стадии скалывающие трещины, опережая движения пуансона, быстро распространяются по всей толщине материала и в тот момент, когда они встречаются, процесс вырубки заканчивается; дальнейшая работа пуансона заключается в проталкивании изделия или отхода через отверстие материала и матрицы.

Таким образом процесс вырубки слагается из трех последовательно протекающих деформаций. Вначале имеет место упругая деформация, не превосходящая предела упругости, затем идет непрерывная пластическая деформация, сопровождаемая упругой, и после появления скалывающих трещин наступает стадия разрушения. При дальнейшем движении пуансон испытывает только силу от сопротивления трению.



Фиг. 48. Схема распределения напряжений при вырубке.

Напряженное состояние при вырубке распределяется очень неравномерно. На фиг. 48 показана схема распределения напряжения при вырубке отверстия, установленная инж. Е. Бахом.

В результате давления пуансона возникают два вида напряжений — сжимающие и скалывающие. Сжимающие напряжения распределяются в виде незамкнутых полуовалов и кругов, а скалывающие — в виде ряда эксцентричных эллипсов, сходящихся у острия режущих кромок. На-

Фиг. 49. Структура полосы до вырубки.

Фиг. 50. Структура кромки кружка после вырубки.

пряжения (в *кг/см*^{2}) в различных местах толщины металла (для стали) показаны на фигуре цифрами.

Структура металла и его механические свойства в зоне резания вследствие упрочнения изменяются, что видно из сопоставления фиг. 49 и 50.

На фиг. 49 показана структура полосы латуни в отожженном состоянии, а на фиг. 50 — структура вырубленного кружка по боковой кромке.

Так как упрочнение по кромке у толстых кружков достигает значительной величины, кружок перед сверткой необходимо подвергнуть отжигу во избежание появления трещин на кромке колпачка. Нарушение структуры кромки кружка настолько велико, что получение здоровой гильзы и уменьшение брака возможно только при удалении значительного количества металла обрезкой.

Величина усилия при вырубке может быть определена формулой

$$P = \pi D a \sigma,$$

где D — диаметр вырубаемой детали, *мм*;
σ — сопротивление резанию при вырубке, определяемое по табл. 24, *кг/мм²*;
a — толщина материала, *мм*.

Таблица 24

Сопротивление вырубке σ_b (в *кг/мм²*)

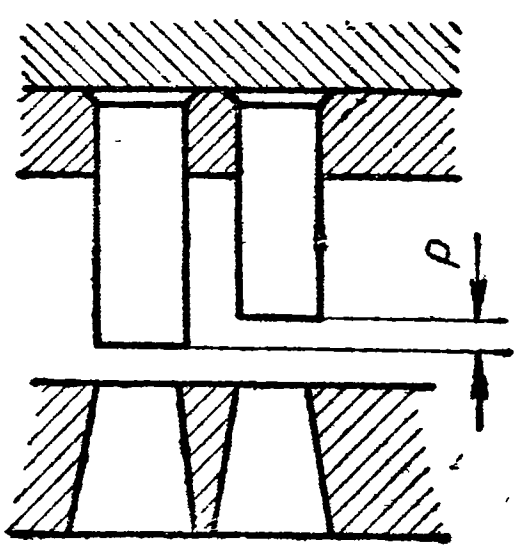
Материал	Формула	Значение σ_b
Латунь гильзовая	$17{,}1+0{,}285\ \sigma_b$	30—35
Биметалл и холоднокатаная сталь гильзовая	$11+0{,}56\ \sigma_b$	35—40
Биметалл и холоднокатаная сталь пульная	$11+0{,}56\ \sigma_b$	27—37

Усилие вырубки может быть уменьшено вследствие скоса кромки пуансона или матрицы, или же при одновременной работе нескольких пуансонов различной длины (фиг. 51).

Разность в длине должна быть в пределах

$$P = (0{,}8 - 1{,}1)\, a,$$

где a — толщина материала, *мм*.



Фиг. 51. Смещение пуансонов по высоте.

После вырубки материал в силу упругих деформаций остается на пуансоне. Для снятия его необходимо приложить силу, величина которой определяется по формуле

$$P_0 = (0{,}02 - 0{,}04)\, P,$$

где P_0 — усилие, потребное для снятия полосы с пуансона, *кг*;
P — усилие вырубки, *кг*.

Ранее указывалось, что при проникновении пуансона в металл в зоне режущих кромок матрицы и пуансона появляются скалывающие трещины. Скалывающие трещины направлены под углом, величина которого зависит от материала. По данным Крейна, угол скалывания для 1) латуни и мягкой стали 6—5°, 2) стали средней твердости 5—4°, 3) твердой стали 4°.

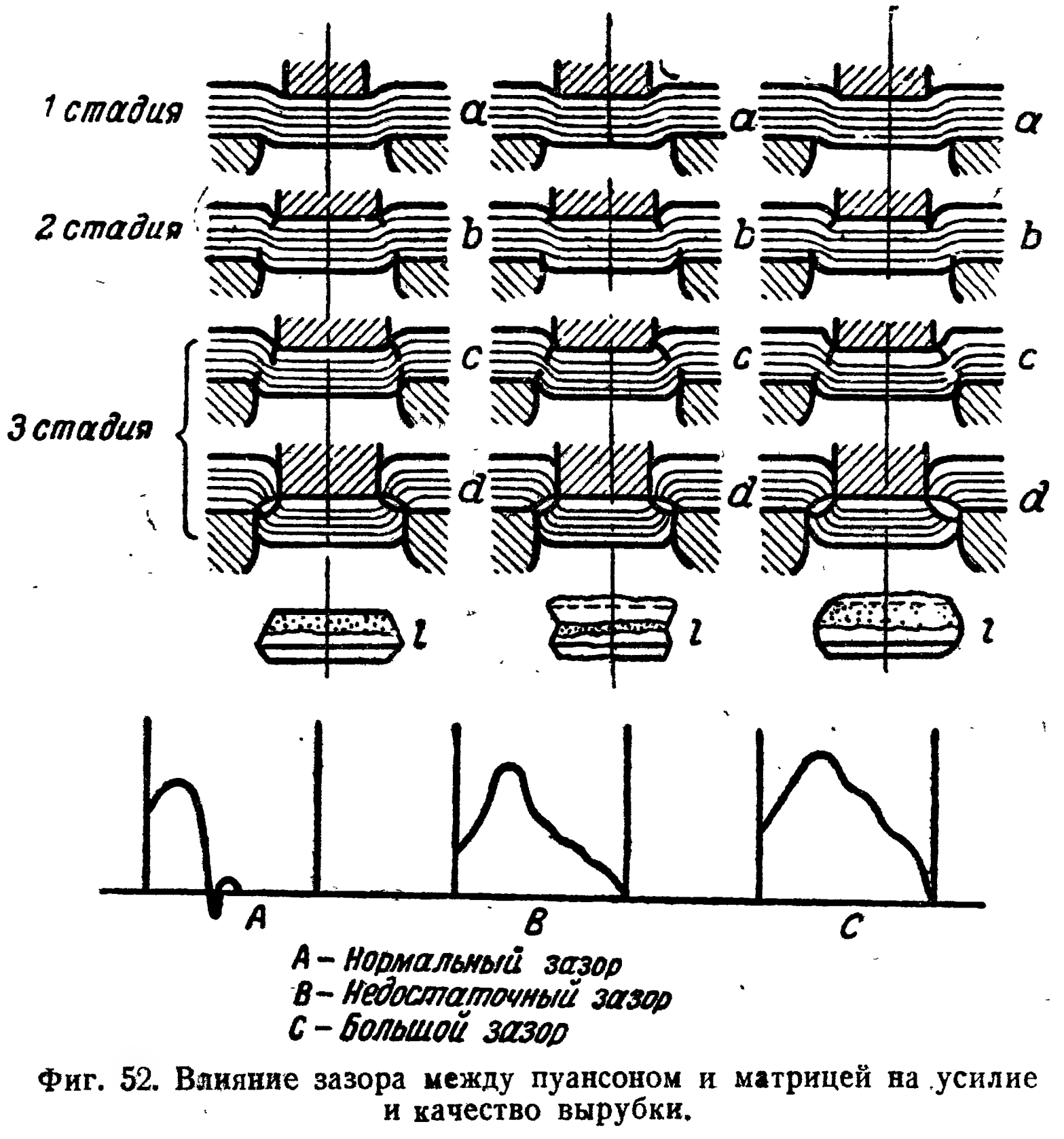
Правильно выбранные размеры пуансона и матрицы обеспечивают соединение скалывающих трещин и дают чистый срез по периметру вырубки. Если размеры выбраны неправильно, т. е. диаметральный зазор между пуансоном и матрицей мал или велик, расход энергии на вырубку больше, стойкость инструмента меньше и качество вырубленного изделия хуже.

Для подтверждения сказанного на фиг. 52 приводятся последовательность вырубки, форма изделия и диаграммы усилия для нормального, малого и большого зазоров. Нормальная величина технологического зазора между пуансоном и матрицей определяется по формуле

$$Z = a \cdot a,$$

где a — толщина материала, *мм*;

α — коэфициент для материала, используемого в патронном производстве, равный 0,05—0,07.



Фиг. 52. Влияние зазора между пуансоном и матрицей на усилие и качество вырубки.

Технологически зазор можно также рассчитывать и по формуле

$$Z = a \left(1 - \frac{c}{100}\right) \operatorname{tg} \beta,$$

где β — угол скалывания;

c — глубина проникновения пуансона до момента встречи скалывающих трещин в процентах от общей толщины металла.

Значения c для:

	Отожженного металла	Наклепанного металла
латуни	50	25
мягкой стали	45	35
стали средней твердости	30	20
твердой стали	20	10

При расчете величины зазора необходимо учитывать степень износа пуансона и матрицы, а в связи с этим — и увеличение зазора.

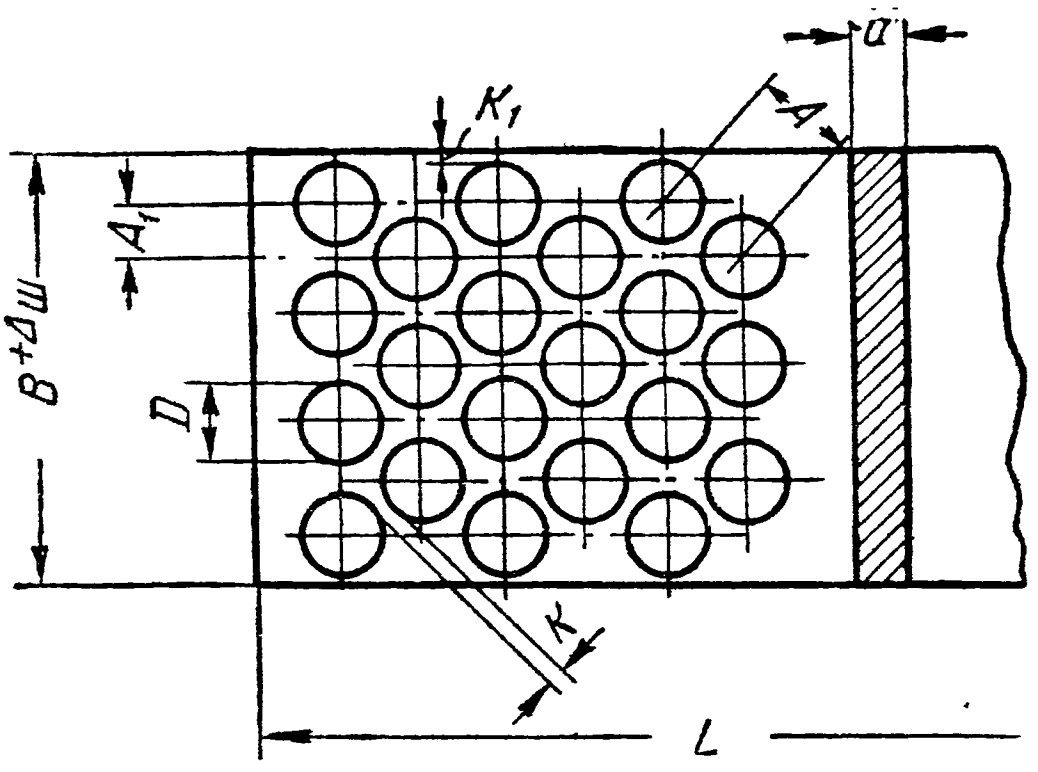
Для расчета размеров берут 0,5—0,6 расчетной величины, полученной по формуле, т. е.

$$Z_p = (0{,}5-0{,}6)\,a\,a.$$

§ 2. Раскрой материала при вырубке

Расчет величины перемычки при вырубке

В массовом производстве весьма важным является наивыгоднейшее расположение изделия на полосе или ленте при вырубке, так как даже незначительная экономия металла при изготовлении одного или нескольких изделий может при большом количестве выпускаемых изделий дать значительный производственный эффект. Таким образом одной из задач технолога является нахождение такого расположения изделий на материале, при котором отход будет наименьшим, а выход изделий наибольшим. Практикой установлено, что между двумя расположенными рядом изделиями должна быть перемычка (фиг. 53), без которой нельзя обеспечить хорошее качество вырубки. Как показали наблюдения, применение малых перемычек или полный отказ от них понижает стойкость штампа примерно в три раза, чем при работе с нормальными перемычками.



Фиг. 53. Схема расположения кружков на полосе при вырубке.

Величина перемычки между вырубаемыми изделиями зависит от:

1) конфигурации вырубаемого изделия;
2) размеров вырубаемого изделия;
3) толщины вырубаемого изделия;
4) механических качеств и состояния материала вырубаемого изделия;
5) способа подачи материала, т. е. типа устройства для автоматической подачи материала или конструкции упоров, ограничивающих движение полосы.

Для патронных заводов, где основной формой заготовки для вырубаемых изделий является круг, величина перемычки может быть определена по формулам табл. 25.

Таблица 25

Ширина перемычки при вырубке, *мм*
(фиг. 53)

Толщина материала, *мм*	Формула
До 1,5	$K = 3{,}7 - \sqrt{6{,}51 - a\,(a-0{,}4)}$
1,5—5	$K = 0{,}57\,a + 0{,}643$ *мм*
>5	$K = 0{,}7 - 0{,}6\,a$

a — толщина материала в ***мм***.

Примечания. 1. Величина перемычки у края полосы K_1 берется на 15 — 20% больше K с учетом допуска по ширине полосы, т. е.

$$K_1 = (1{,}15 - 1{,}2)\,K + 0{,}5\,\Delta_ш,$$

где $\Delta_ш$ — допуск по ширине полосы.

2. Для фольги толщиной до 0,6 *мм* величина перемычки $K = 0{,}6 - 0{,}8$ *мм*, а $K_1 = 1{,}0$ *мм*.

3. Для волокнистых материалов, как, например, кожа, картон, бумага и пр., величина перемычки K и K_1 в 1,5—2 раза больше, чем полученная в результате расчета по формулам.

Расположение кружков по ширине ленты или полосы шахматное, потому что оно наиболее выгодно.

Число рядов при вырубке по ширине ленты или полосы в зависимости от диаметра круга рекомендуется брать по табл. 26.

Таблица 26

Число рядов по ширине полосы или ленты в зависимости от диаметра кружка

Диаметр кружка *мм*	Число рядов по ширине полосы или ленты	Диаметр кружка *мм*	Число рядов по ширине полосы или ленты
<10	⩾10	30—75	3—4
10—20	7—9	75—100	2—3
20—30	5—7	>100	2—1

Зная величину перемычки, число рядов, размеры заготовки вырубаемого изделия и способ расположения заготовок на полосе, можно произвести все расчеты, связанные с раскроем, по формулам, приведенным в табл. 27.

Таблица 27

Расчетные формулы по раскрою

(обозначения на табл. 27 по фиг. 53)

Определяемая величина	Обозначение	Формулы
Шаг продольный, *мм*	A	$D + K$
Шаг поперечный, *мм*	A_1	$(D + K)\cos\alpha$
Ширина полосы или ленты, *мм*	B	$(n-1)\ (D+K)\cos\alpha + D + 2\,K_1$
Количество кружков, получаемых при вырубке из полосы или ленты, в штуках	N	$\frac{[L-(D+2K)]\ n}{D+K} + 1$
Расход материала на одну заготовку в черном виде, *мм*^{2}	Q	$\frac{L \cdot B}{N}$

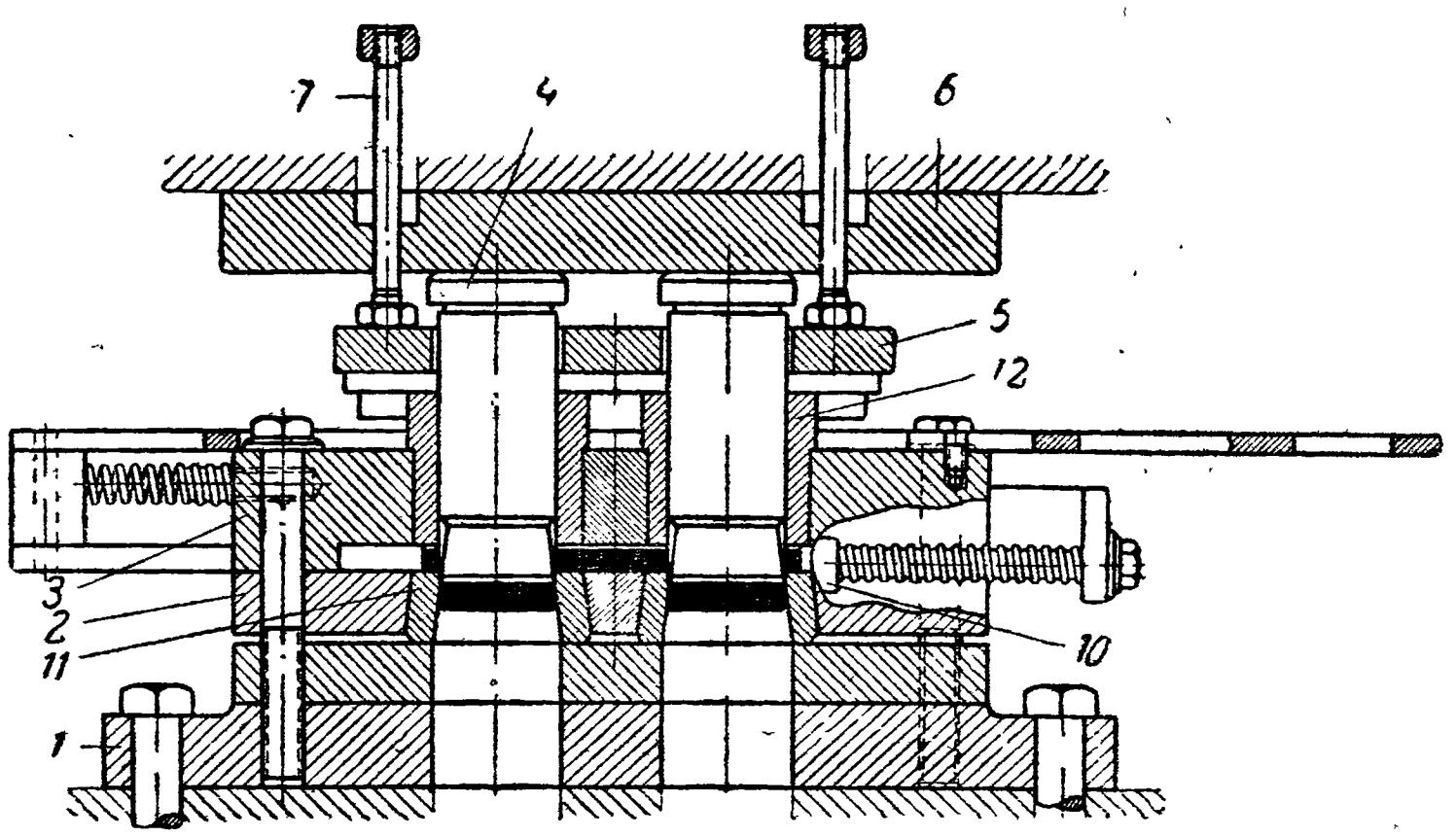
Продолжение

Определяемая величина	Обозначения	Формулы
Площадь изделия, *мм*²	F	$\frac{nD^2}{4}$
Расход материала по весу на одну заготовку, *г*	G	$Q \cdot a\gamma$
Расход материала по весу на одно изделие, *г*	g	$F \cdot a\gamma$
Экономия материала по площади, %	η	$\frac{F}{Q} \cdot 100$

γ—удельный вес;
a—толщина материала в *мм*;
D—диаметр кружка в *мм*;
n—число рядов по ширине полосы;
α—угол смещения одного ряда относительно другого.

§ 3. Инструмент для вырубки

Вырубка в производстве патронов как самостоятельная операция применяется для различного типа прокладок, колечек и кружков заготовок для гильз, изготовляемых из материала толщиной более 6 *мм*.



Фиг. 54. Штамп для вырубки.

Для вырубки кружков применяют штампы простого действия. Число одновременно вырубаемых кружков зависит от диаметра кружка, ширины штампуемой полосы и мощности наличного на заводе оборудования. Конструкция штампа для вырубки кружков гильз показана на фиг. 54. На фигуре видно, что штамп состоит из двух колодок — верхней и нижней. Верхняя колодка, несущая пуансоны, крепится к ползуну пресса, а нижняя с матрицами — на столе пресса. Верхняя колодка штампа состоит из плиты *6*, привинчиваемой к ползуну пресса, пуансонодержателя *5*, стоек *7* и пуансонов *4*, свободно висящих в пуансонодержателе (пуансоны имеют «плавающее крепление»). Нижняя колодка состоит из подушки *1*, плиты *2* с матрицами *11*, съемника *3* с направляющими втулками *12*, направляющих линеек с пружинным поджимом *10*, лотка для поддержки полосы и предварительного упора.

Предварительный упор предусмотрен для избежания излишней потери металла в начале обработки полосы. Таким образом упор включается в действие только в момент ввода полосы. Весь же остальной период он бездействует. Из рассмотрения штампа следует, что рабочими деталями являются пуансон и матрица, все остальные детали исполняют функции направления или крепления.

§ 4. Проектирование штампов для вырубки

А. Определение центра давления в вырубных штампах

При проектировании вырубных штампов необходимо устанавливать хвостовик так, чтобы его ось совпадала с центром давления. Невыполнение этого условия приводит к возникновению пары сил, ускоряющих износ направляющих пресса и штампа, а при достаточно большой величине этих сил не исключена и поломка рабочих частей штампа. Центр давления следует определять по моментам сил, приложенных к периметру, или для упрощения — по «моменту длины периметров». Заметим, что центр давления с таким же успехом можно найти графическим путем при помощи веревочного многоугольника сил.

Б. Режущие кромки пуансонов и матриц и их размеры

Размеры режущих кромок пуансонов и матриц зависят от характера производимой операции. При вырубке контура изделия номинальный размер дается матрице, а размер пуансона определяется вычитанием расчетного технологического зазора.

При пробивке отверстия номинальный размер присваивается пуансону, а размер матрицы определяется прибавлением расчетного технологического зазора.

Допуски на режущие части пуансонов и матриц являются функциями зазора и берутся для пуансона

$$\Delta_п \approx 0{,}2z \text{ (в пределах } 0{,}005 \div 0{,}04) \text{ мм}$$

и для матрицы

$$\Delta_м = 0{,}3z \text{ (в пределах } 0{,}01 \div 0{,}08) \text{ мм}.$$

Пример. Определить размеры режущих кромок и величину зазора при вырубке из латуни толщиной 4,0 *мм* кружка диаметра 20 *мм*.

Расчетный номинальный размер изделий равен 20 *мм*.

Номинальный диаметр матрицы $d_м = 20$ *мм*.

Технологический зазор $z = \alpha \cdot a = 0{,}05 \cdot 4{,}0 = 0{,}200$ *мм* с учетом износа $z_1 = 0{,}5 \cdot 0{,}2 = 0{,}1$ *мм*

Диаметр пуансона $d_п = d - z_1 = 20 - 0{,}100 = 19{,}900$ *мм*

Допуск на пуансон $\Delta_п \approx 0{,}2\,z = 0{,}2 \cdot 0{,}200 = 0{,}04$ *мм*

Допуск на матрицу $\Delta_м \approx 0{,}3\,z = 0{,}3 \cdot 0{,}200 = 0{,}06$ *мм*

предельные диаметры:

матрицы { наибольший $20 + 0{,}06 = 20{,}06$ *мм*; наименьший 20 *мм*

пуансона { наибольший 19,900 *мм*; наименьший $19{,}9 - 0{,}04 = 19{,}86$ *мм*

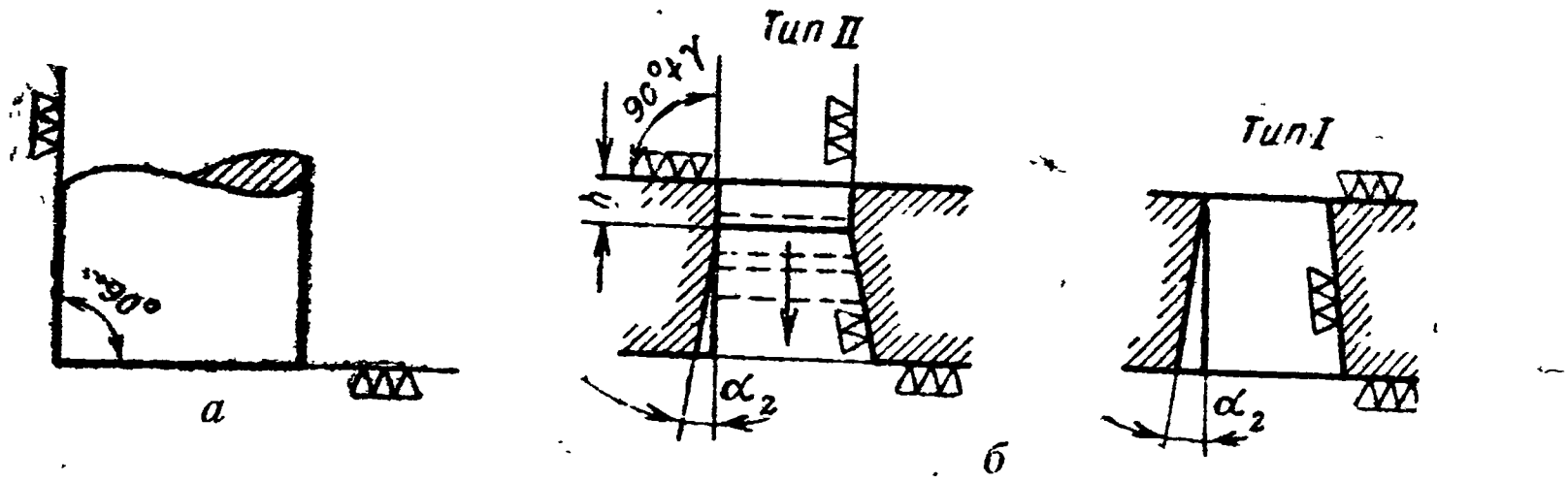
Предельные зазоры

максимальный $S_{max} = 20{,}06 - 19{,}86 = 0{,}20$ *мм*

минимальный $S_{min} = 20{,}0 - 19{,}9 = 0{,}100$ *мм*

Конструкции режущих кромок пуансонов и матриц показаны на фиг. 55.

Пуансоны следует делать цилиндрическими: матрицы для материалов толщиной меньше 0,5 *мм* — по типу *I*, а для материалов с толщиной больше 0,5 *мм* — по типу *II*. Матрица второго типа имеет более



Фиг. 55. Режущие кромки пуансонов и матриц:

а—пуансон; *б*—матрицы.

прочную кромку, размеры ее при переточках не изменяются, поэтому она широко применяется на патронных заводах.

При определении размеров заднего угла и величины пояска матрицы рекомендуется пользоваться табл. 28.

Таблица 28

Задний угол и высота пояска вырубных матриц

Толщина штампуемого материала, *мм*	α_2	γ	h
До 0,5	2°	15′	3—5
0,5—1,0	2°	15′	4—6
1—2,5	3°	30′	6—7
2,5—6,0	3°	30′	7—10
6—12	3°	40′	8—12

Форма и размеры пуансонов и матриц для вырубных работ выбираются из конструктивных соображений и только в отдельных исключительных случаях проверяются расчетом. Так, например, вопрос о применении гладкого или ступенчатого пуансона решают расчетом, применяя формулу Эйлера:

$$P_к = \pi^2 \frac{EI}{l^2},$$

где $P_к$ — критическая сила;

E — модуль упругости, принимаемый для инструментальной стали равным 2 150 000 *кг/см*^{2};

I — момент инерции в *см*^{4};

l — длина свободной части пуансона.

Пользуясь этими данными, можно найти допустимую нагрузку P_0. Принимая коэфициент безопасности равным 4, будем иметь

$$P_0 = P_к : 4.$$

Если давление, приходящееся на пуансон, больше P_0, пуансон следует брать ступенчатым.

§ 5. Технология отрезки при помощи ножниц

Процесс отрезки на ножницах аналогичен вырубке на штампах, поэтому мы его не описываем.

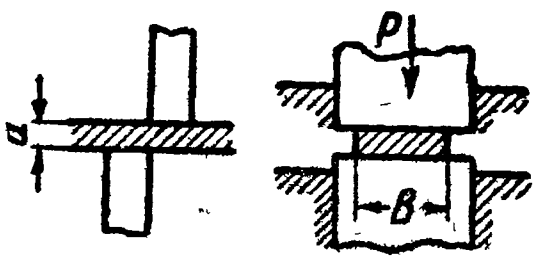
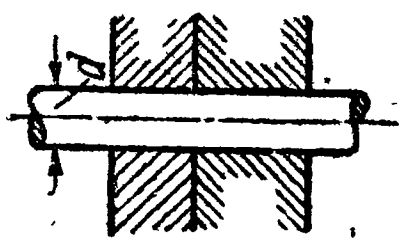
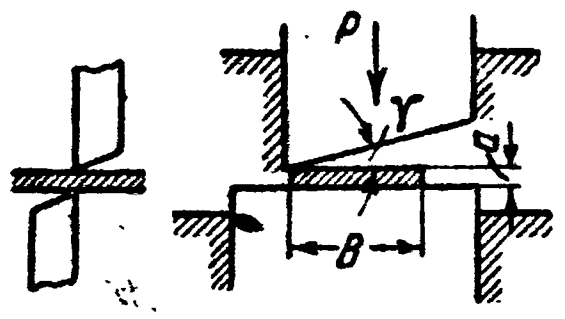
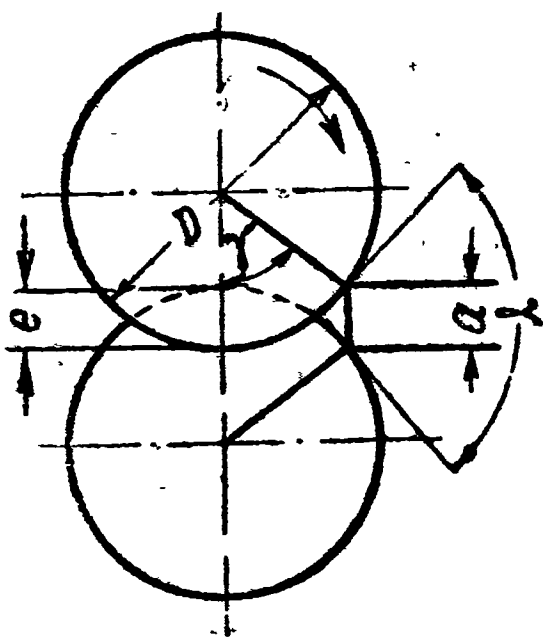
Величина потребного усилия при отрезке на ножницах зависит от:

1) формы и положения режущих кромок;
2) механических качеств обрабатываемого материала;
3) профиля и размеров обрабатываемого материала.

Эту величину можно найти по одной из формул, приведенных в табл. 29.

Таблица 29

Формулы для определения усилия при отрезке на ножницах

Тип ножниц	Эскиз	Формула
Отрезка полос на ножницах с параллельным движением ножей		$P = B \cdot a\sigma \cdot 1{,}25$
Отрезка прутков на ножницах с параллельным движением ножей		$P = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sigma\, 1{,}25$
Отрезка полос на ножницах с наклонно движущимся ножом (гильотинные ножницы)		$P = 0{,}5 \cdot \frac{a^2\sigma}{\operatorname{tg}\gamma} \cdot 1{,}25$
Отрезка полос дисковыми ножами (окружное усилие на ноже)		$P = \frac{0{,}5\, a^2\, \sigma \operatorname{tg}\gamma}{\cos\gamma}$

В приведенных формулах приняты обозначения:

P — усилие для отрезки, *кг*;
σ — сопротивление вырубке, *кг/мм²* (по табл. 24);
a — толщина материала, *мм*;
B — длина реза, *мм*;
D — диаметр дисковых ножей, *мм*;
γ — угол створа ножей.

Величина угла створа ножей зависит от ширины отрезаемой полосы, механических качеств и состояния поверхности (смазан лист материала или нет).

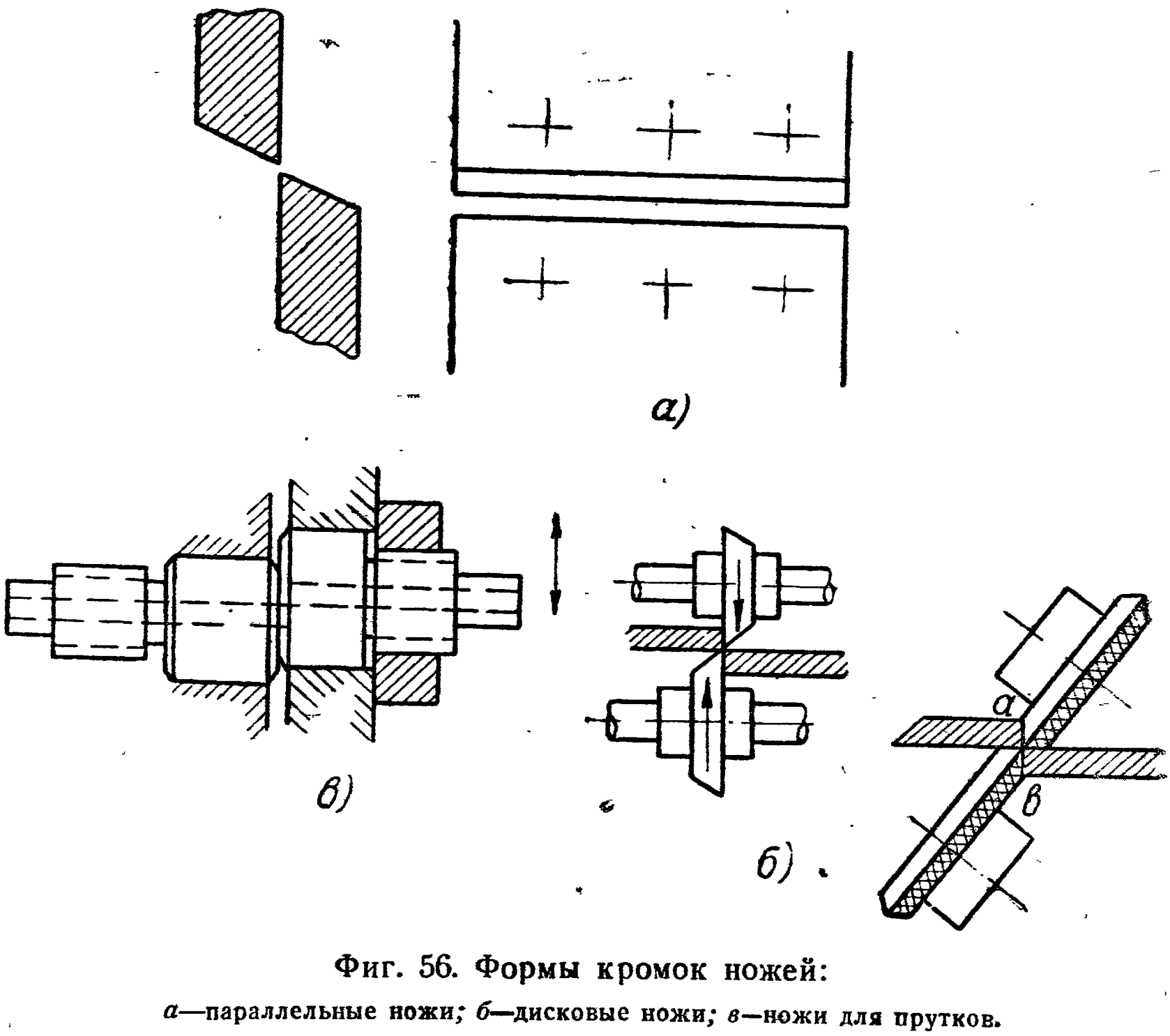
Если ширина отрезаемой полосы меньше 30 толщин, угол створа во избежание получения винтовой полосы следует брать

$$\gamma = 3 \div 5°.$$

В остальных случаях хорошие результаты получаются при

$$\gamma = 10 \div 12°.$$

Формы режущих кромок ножей для полосового и пруткового материала показаны на фиг. 56.



Фиг. 56. Формы кромок ножей:

а—параллельные ножи; *б*—дисковые ножи; *в*—ножи для прутков.

Первый тип *а* применяют для отрезки листового материала на гильотинных ножницах, второй тип *б* — на дисковых ножницах, причем рациональная отрезка возможна только при условии, если диаметр ножей удовлетворяет выражению

$$D \geqslant \frac{a + l}{1 - \cos\gamma},$$

где D — диаметр дискового ножа, *мм;*

γ — угол створа в градусах;

l принимается равным 0,4—0,6 · a.

Третий тип *в* применяется для отрезки пруткового материала. В патронной промышленности этот тип широко применяют при рубке заготовок для пуансонов, сердечников и т. п.

Материалом для ножей во всех трех случаях является углеродистая инструментальная сталь марок У10А и У12А.

Твердость режущих кромок после термообработки:

ножи прямолинейные	R_C=58—60
„ дисковые	R_C=60—62
„ для прутков	R_C=60—62

§ 6. Проверка точности и качества изделий при вырубке и отрезке

Точность изготовления изделий, подвергаемых вырубке и отрезке на штампах или ножницах, зависит от точности изготовления режущих кромок, их состояния, толщины материала, состояния оборудования и может быть определена по табл. 30, 31, 32.

Таблица 30

Допуски на вырубку в штампах

Класс точности, по которому изготовлены режущие кромки	Классы точности размеров изделия (система отверстия)							
	Толщина материала, *мм*							
	0,6	0,6—1	1,1—2,0	2,1—3	3,1—4	4,2—6	6,2—8	8,2—10
2-й	3	3	4	4	4	5	5	5
3-й	—	—	—	—	5	5	5	5

Точность отрезки на гильотинных ножницах в зависимости от толщины материала и ширины отрезанной полосы приводится в табл. 31.

Таблица 31

Допуски на отрезку на ножницах

Толщина полосы *мм*	Ширина полосы, *мм*							
	30	40	50	75	100	125	150	200
До 0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
„ 1,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
„ 2,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
„ 3,0	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
„ 4,0		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
„ 5,0			0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0

Примечание. Отклонения допустимы в пределах допуска.

Точность отрезки на специальных ножницах и штампах пруткового материала приводится в табл. 32.

Таблица 32

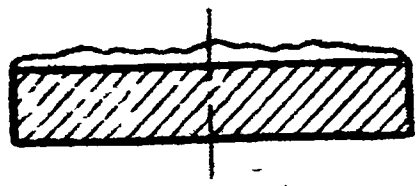
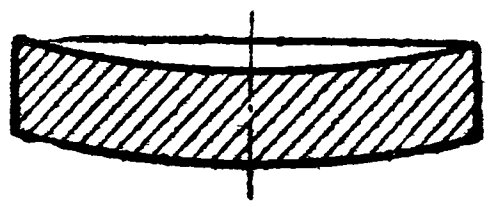
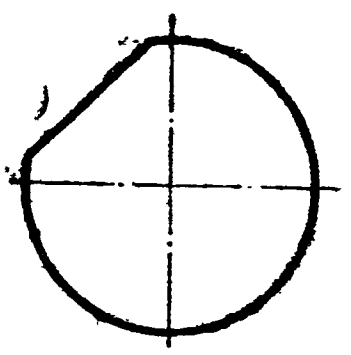
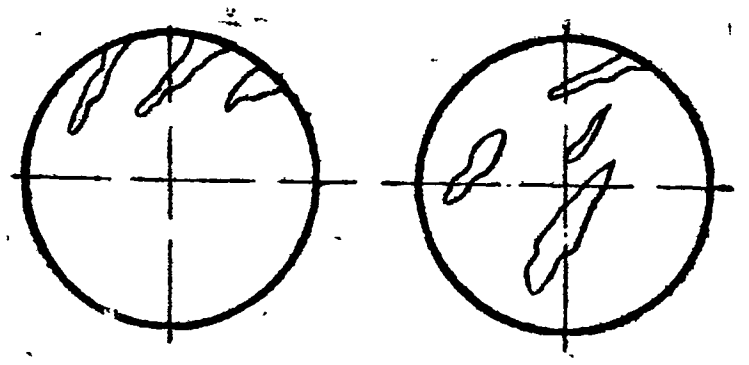
Допуски при отрезке пруткового материала на штампах

Диаметр прутка *мм*	Длина, *мм*						
	До 10	До 20	До 40	До 60	До 80	До 100	100—250
До 6	0,2	0,2	0,25	0,4	0,5	0,5	1,0
6—10	0,2	0,25	0,25	0,4	0,6	0,8	1,2
10—18	0,2	0,25	0,3	0,4	0,6	1,0	1,5
18—30	0,3	0,3	0,5	0,6	0,8	1,2	2

Брак при вырубке является результатом нарушения правил эксплоатации инструмента, оборудования или нарушения технологического процесса. Наиболее характерные виды брака при вырубке приведены в табл. 33.

Таблица 33

Виды брака при вырубке из полосы и причины его появления

Вид брака	Эскиз	Причины брака
Заусенцы по кромке		1. Большой зазор между пуансоном и матрицей 2. Затупление режущих кромок, пуансона или матрицы
Изогнутый кружок		1. Большой зазор между пуансоном и матрицей 2. Выпуклость на торце пуансона 3. Горбатость полосы металла 4. Мягкий материал
Неправильная форма кружка (неполный кружок, кружок с соском, косой срез у кружка и т. д.)		1. Неправильная подача полосы 2. Заправка полосы без предварительного упора 3. Косо обрезаны концы полосы металла 4. Некратность длины полосы числу кружков 5. Затягивание перемычки при проталкивании через матрицу с образованием на кромке кружка соска 6. Несцентрированные пуансон и матрица
Трещины по кромке, расслоение, пузыри		Использование металла с дефектами

ГЛАВА IV

ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРТКИ

§ 1. Технология свертки

Свертка, т. е. превращение плоской заготовки в изделие, имеющее форму колпачка, является одной из основных операций в производстве полых элементов патронов, от которой зависят: а) получение изделия хорошего качества, б) стойкость инструмента, в) количество брака в процессе изготовления.

Основными условиями для нормального течения процесса свертки являются:

а) правильное соотношение между диаметром вырубленного кружка и диаметром колпачка;

б) состояние металла кружка и доброкачественность его вырубки;

в) правильная геометрическая форма и правильные размеры инструмента для свертки.

Свертка как самостоятельная операция в производстве элементов патрона применяется для толщины материала свыше 6 *мм* и в сочетании с вырубкой — для толщины материала до 6 *мм*.

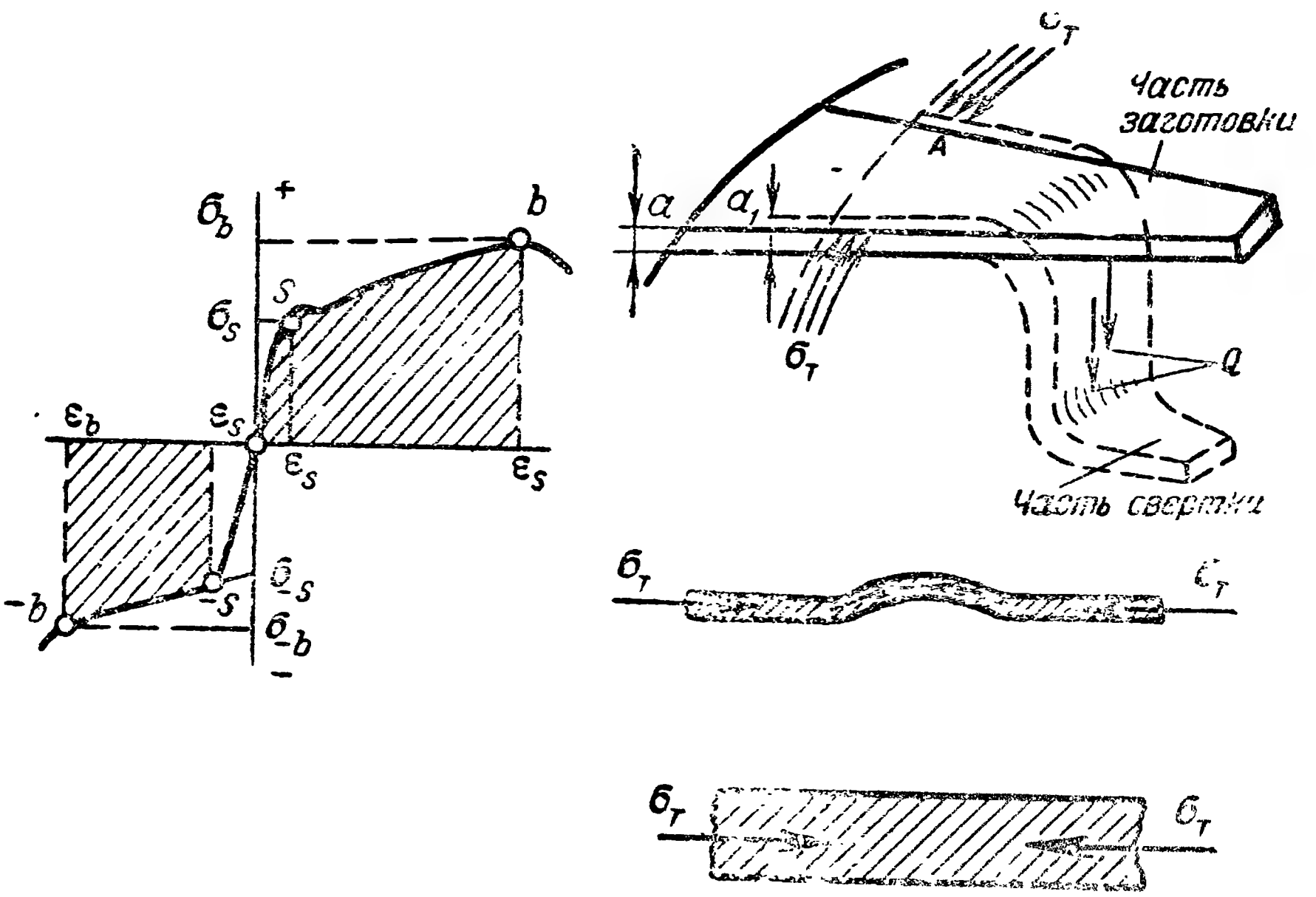
При свертке материал доводится до состояния текучести и процесс протекает с напряжениями, характерными для пластического состояния, лежащими в зоне $\sigma_s - \sigma_b$ (фиг. 57). При прохождении плоской заготовки под действием пуансона через матрицу, вследствие растягивающих сил Q и избыточного материала возникают сжимающие (во всем фланце) силы $\sigma_т$, под действием которых часть материала, находящаяся вне рабочей полости матрицы, утолщается с a до a_1.

При использовании тонкого материала и отсутствии прижима сжимающие усилия образуют складки, если зазор между пуансоном и матрицей равен толщине материала или больше; при использовании толстого материала и зазора между пуансоном и матрицей, равном толщине материала или меньшем, получившееся утолщение выглаживается, а избыток металла идет на увеличение высоты колпака.

На фиг. 58 показано последовательное превращение плоской заготовки в колпачок.

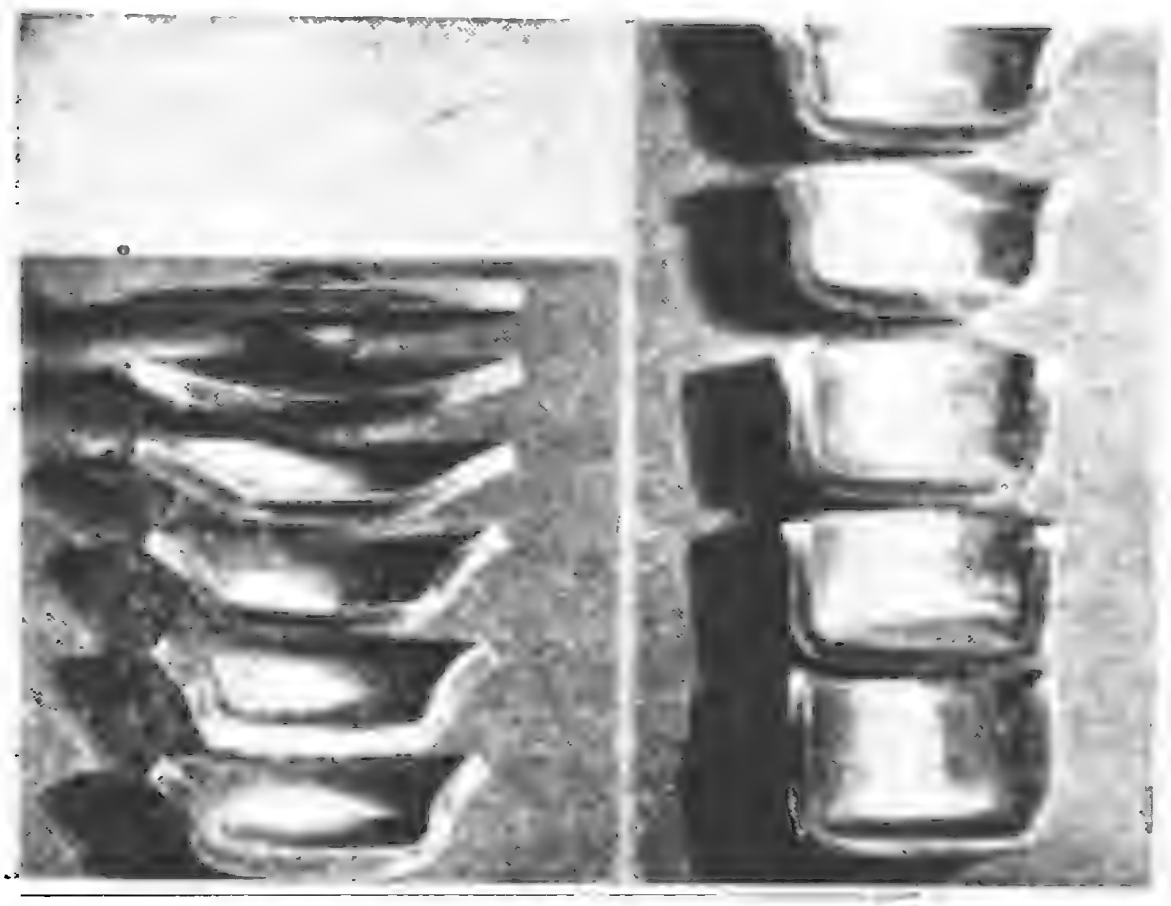
Текучесть материала при свертке можно наблюдать, если предварительно на заготовку нанести сетку из концентрических окружностей, расположенных на равном расстоянии друг от друга (фиг. 59,*а*). Как видно на рисунке, после свертки на дне колпачка круги сохраняют не только свою форму, но и расстояние, а на боковых стенках они появляются в виде параллельных кругов, расстояние между которыми возрастает в направлении от дна, что является наиболее ярким доказательством растяжения материала.

Если вместо концентрических кругов на заготовки нанести квадратную сетку (фиг. 59, *б*), сохраняя те же расстояния, что и для окружностей, и свернуть заготовку в колпачок, то на боковых стенках цилиндра сетка примет вид гиперболических кривых, что указывает на наличие



Фиг. 57. Схема процесса свертки.

и величину сжимающих сил. По этим сеткам можно судить не только о текучести материала, но и об усадке цилиндрических стенок, причем степень усадки определяют по уменьшению кругов по цилиндру относительно их первоначальной длины, а степень растяжения — по увеличению расстояния между кругами. Для более ясного представления о характере протекания процесса следует каждое из этих явлений рассматривать независимо друг от друга.

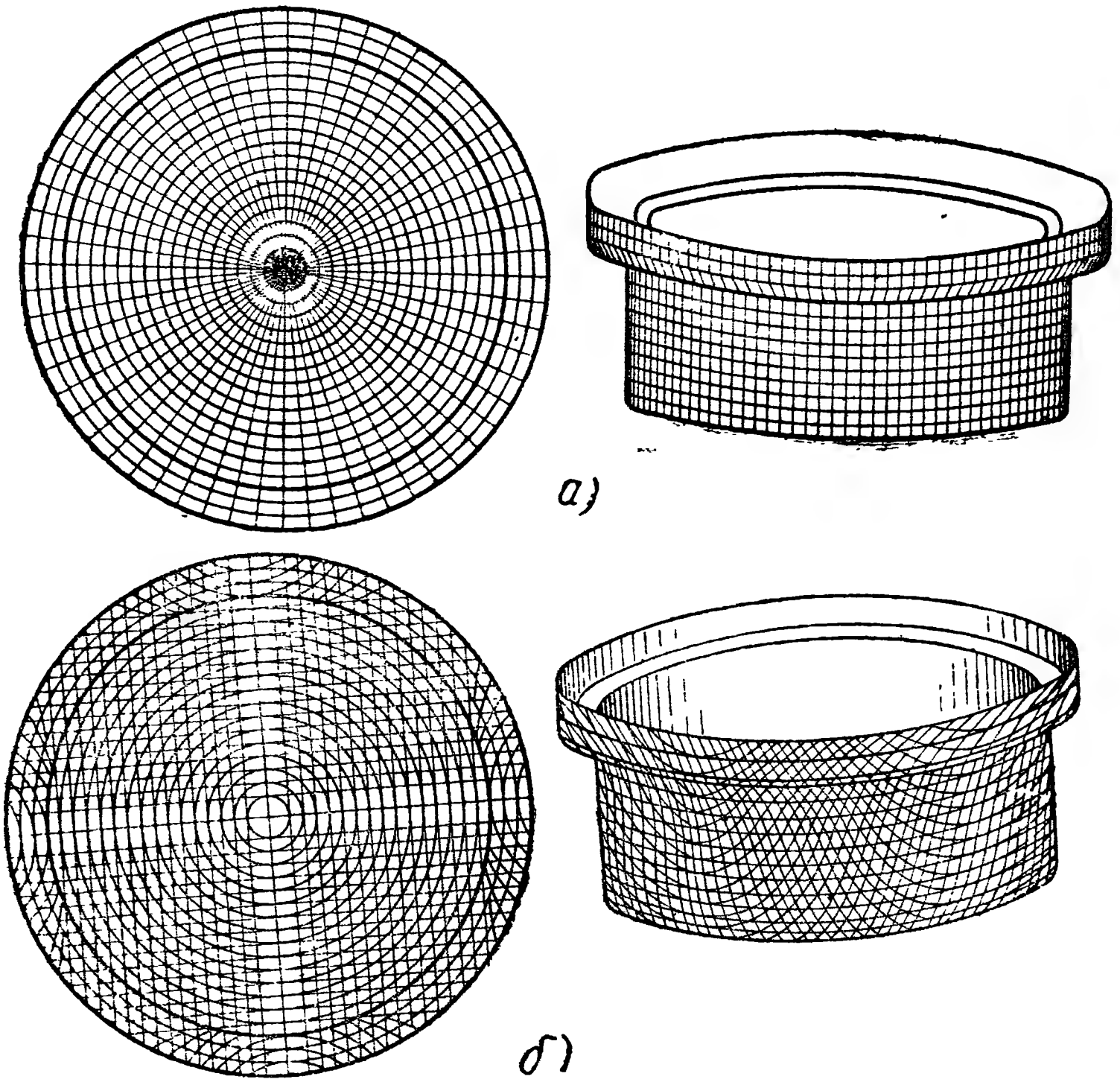


Фиг. 58. Процесс превращения кружка в колпачок.

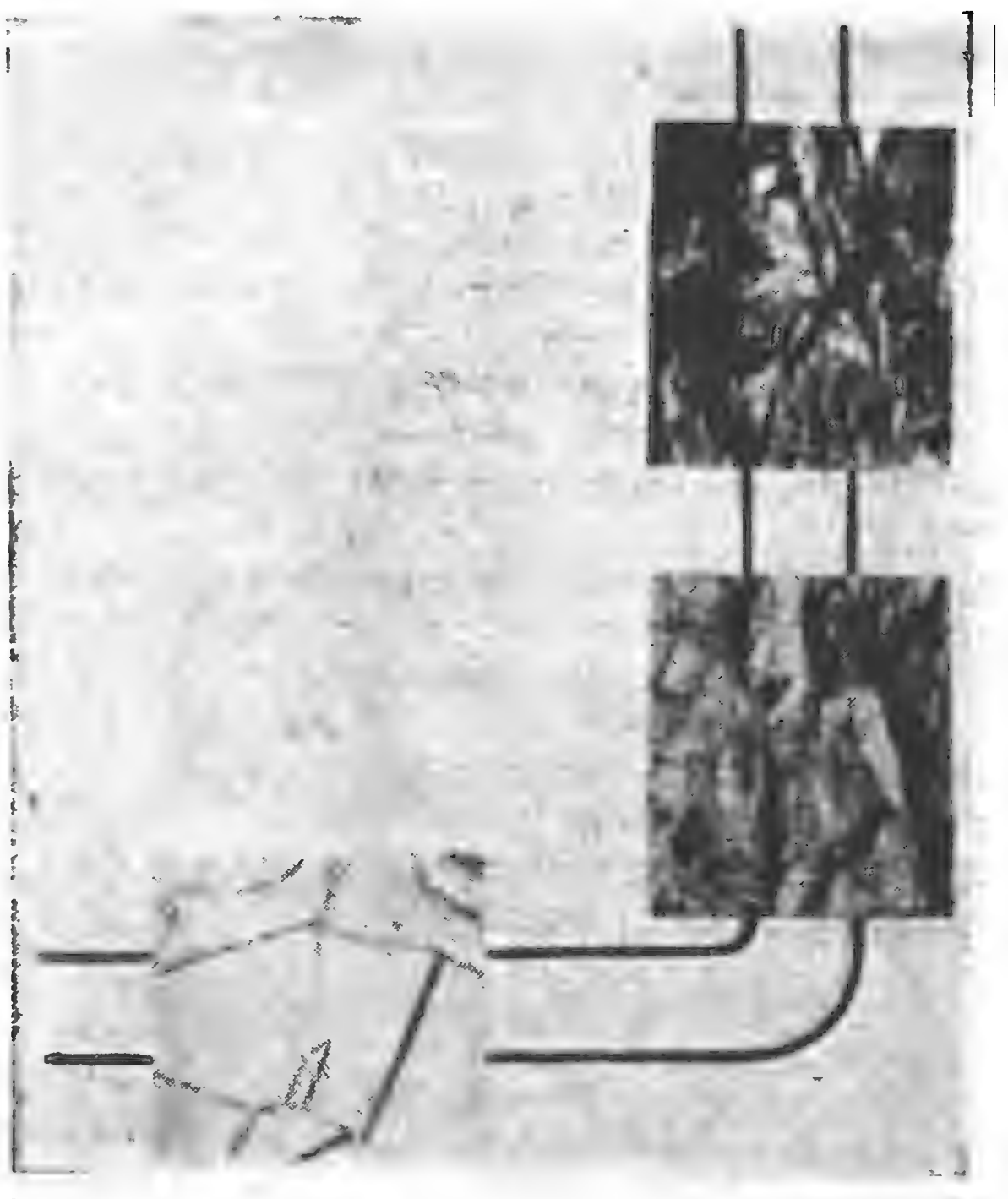
Изменение структуры при свертке показано на фиг. 60.

Кривые давления, полученные Милоном на машине Амслера при проведении опытов по свертке цилиндрических изделий из алюминия толщиной в 2 *мм*, показывают утолщение материала вследствие сжатия металла при свертке.

На фиг. 61, *а* показана кривая давлений при свободной свертке, а на фиг. 61, *б* — при свертке с прижимом (складкодержателем). В первом случае кривая изменения давления имеет два максимума. Первый максимум соответствует моменту, когда цилиндр начинает втягиваться

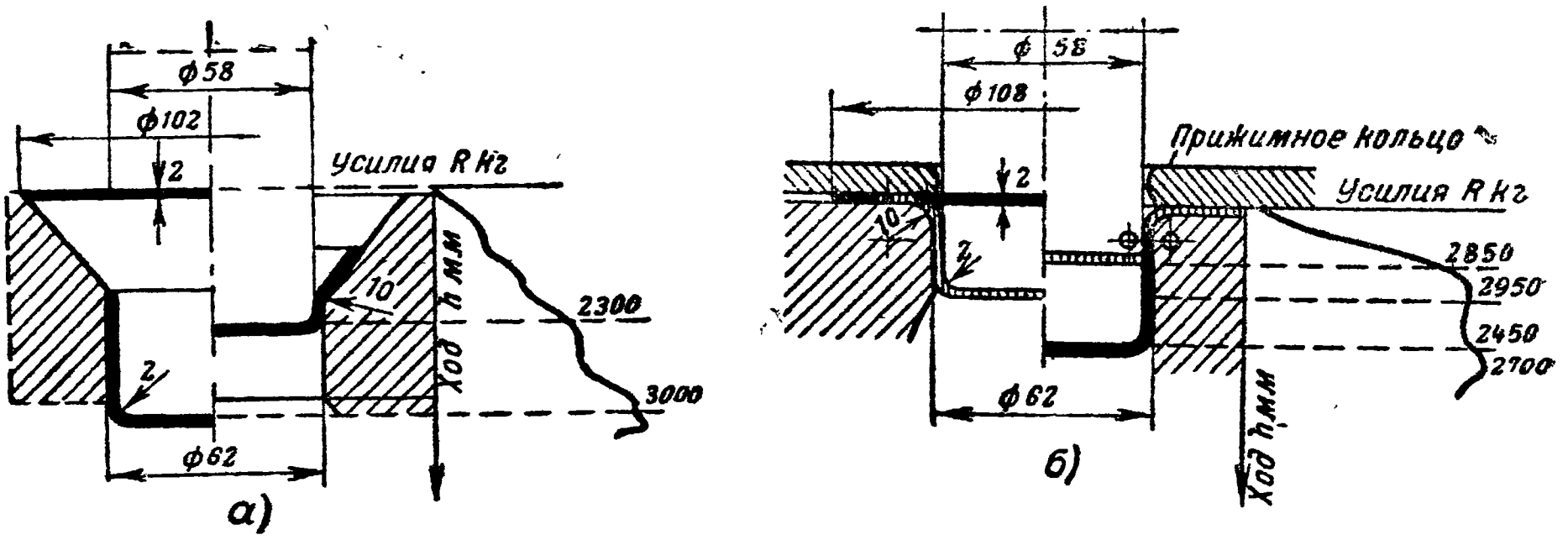


Фиг. 59. Характер перемещения материала при свертке:
а—сетка из кругов; *б*—сетка из квадратов.



Фиг. 60. Изменение структуры металла при свертке.

в нижнюю цилиндрическую часть сверточной матрицы. В этот момент наиболее вероятна опасность отрыва дна. Затем усилие несколько падает и вновь повышается, достигая второго максимума в тот момент, когда наружный край заготовки, получивший в процессе свертки наибольшее утолщение, втягивается в цилиндрическую часть матрицы.



Фиг. 61. Диаграммы Милона:

а—свертка без складкодержателя; *б*—свертка со складкодержателем.

После этого усилие резко падает, так как деформация металла закончена и усилие затрачивается только на преодоление трения при проталкивании свернутого колпачка. Несколько иначе ведет себя кривая изменения давлений при свертке той же детали, но с применением складкодержателя. В этом случае вначале усилие возрастает быстрее и более равномерно, чем в случае, показанном на фиг. 61, *а*, до тех пор, пока линии сопряжения радиуса и боковой поверхности пуансона не окажутся на одной горизонтали с центром закругления ребра свертки матрицы. После этого усилие возрастает медленнее и достигает максимума, когда наружный край заготовки достигнет нижнего конца закругления ребра свертки матрицы. При дальнейшем втягивании происходит падение усилия и, наконец, увеличение усилия, что соответствует втягиванию утолщенного края заготовки в цилиндрическую часть матрицы.

Наглядную картину дают также кривые давления (фиг. 62), полученные при всех прочих равных условиях, но при различной величине зазора между пуансоном и матрицей. Так, например, кривая *1* характеризует давление при зазоре $z=a+0{,}36a$, кривая *2* — при зазоре $z=0{,}03a$ и кривая *3* — при зазоре $z=a-0{,}24a$.

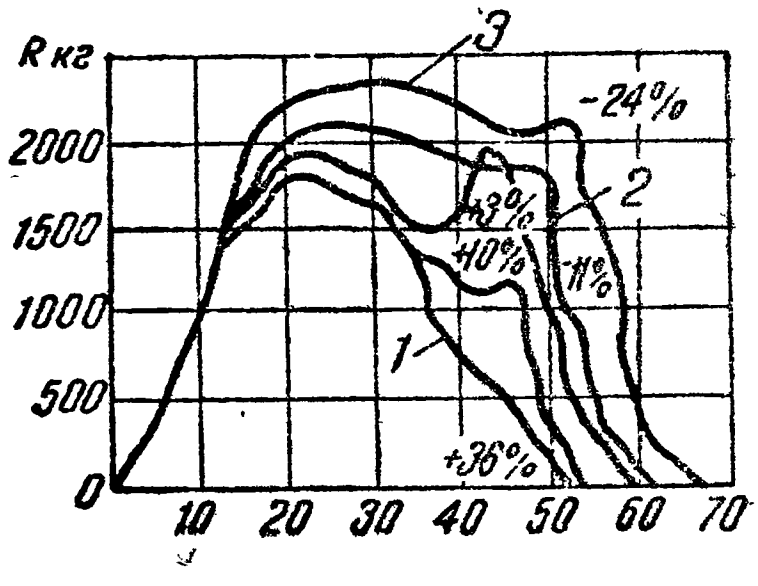
Приходим к выводу, что с уменьшением зазора давление для свертки увеличивается.

Вопросу определения усилий при свертке посвящен ряд теоретических работ, к которым относятся исследования Зибеля, Закса, Фрома, Фрейдлина, Шофмана и др. Однако все указанные работы еще не дают окончательного решения и их следует рассматривать как первое приближение. В практике более широко пользуются эмпирическими формулами.

При определении усилия свертки возможны три случая:

1) свертка без складкодержателя и без утонения стенок;

2) свертка со складкодержателем без утонения стенок;



Фиг. 62. Влияние зазора на усилие свертки.

) свертка без складкодержателя, но с утонением стенок.

В первом случае (свертка без складкодержателя и без утонения стенок) целесообразно рассчитывать усилия по формуле завода Шулера:

$$P = \pi d a \sigma_в k,$$

где P — усилие свертки, *кг*;
d — диаметр колпачка, *мм*;
$\sigma_в$ — сопротивление материала разрыву, *кг/мм²*;
a — толщина материала, *мм*;
k — поправочный коэфициент, зависящий от коэфициента свертки. Величина k, найденная экспериментальным путем, приведена в табл. 34.

Таблица 34

Значение коэфициента k при свертке и вытяжке

Коэфициент свертки	0,55	0,575	0,6	0,625	0,65	0,675	0,7	0,765	0,75	0,775	0,8
Значение коэфициента k	1,0	0,93	0,86	0,8	0,72	0,66	0,6	0,35	0,5	0,45	0,4

Расчет усилия свертки для второго случая (свертка со складкодержателем, но без утонения стенок) производится по формуле Эвартса:

$$P = \pi d a \sigma_b \left(\frac{D}{d} - 0{,}65\right) 1{,}25,$$

где D — диаметр заготовочного кружка, *мм*;
1,25 — коэфициент, учитывающий колебания в толщине материала, упрочнение металла от наклепа и т. д.

Остальные обозначения даны ранее. Заметим, что эта формула пригодна для случая работы на прессах двойного действия. Если свертка ведется на прессах простого действия с применением прижима, ее следует рассчитывать так:

$$P = \pi d a \sigma_b \left(\frac{D}{d} - 0{,}65\right) 1{,}4.$$

Для этого случая может быть также использована формула Шофмана

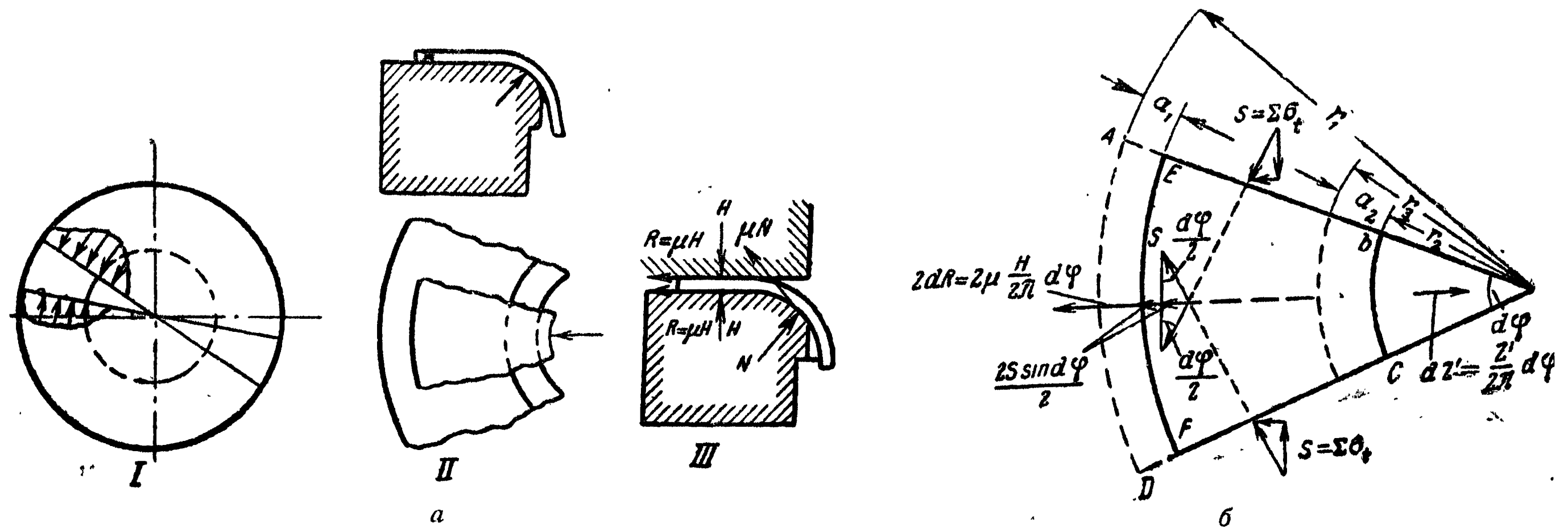
$$P = \pi d a \sigma_b \left(\frac{D}{d} - 1\right) b,$$

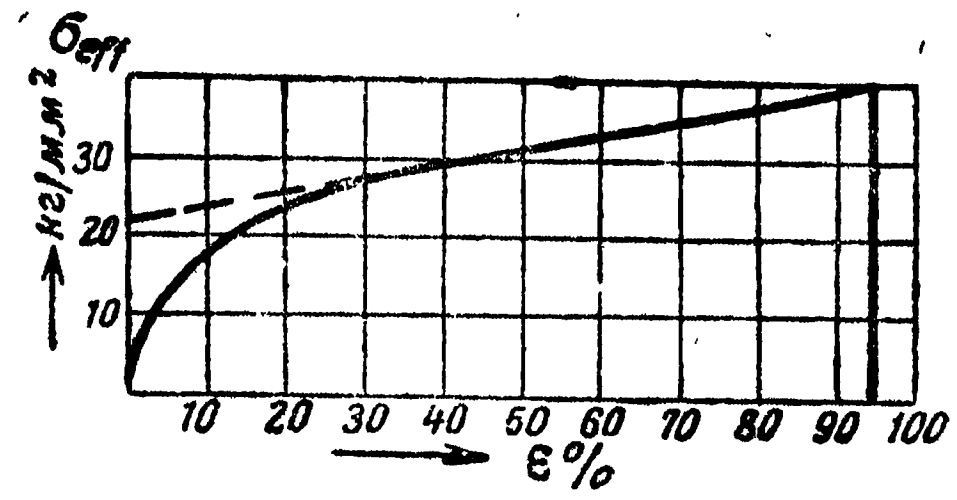
где $b = 1{,}2$ при $\frac{a}{D} \cdot 100 < 1$ и $b = 1{,}0$ при $\frac{a}{D} \cdot 100 > 1$.

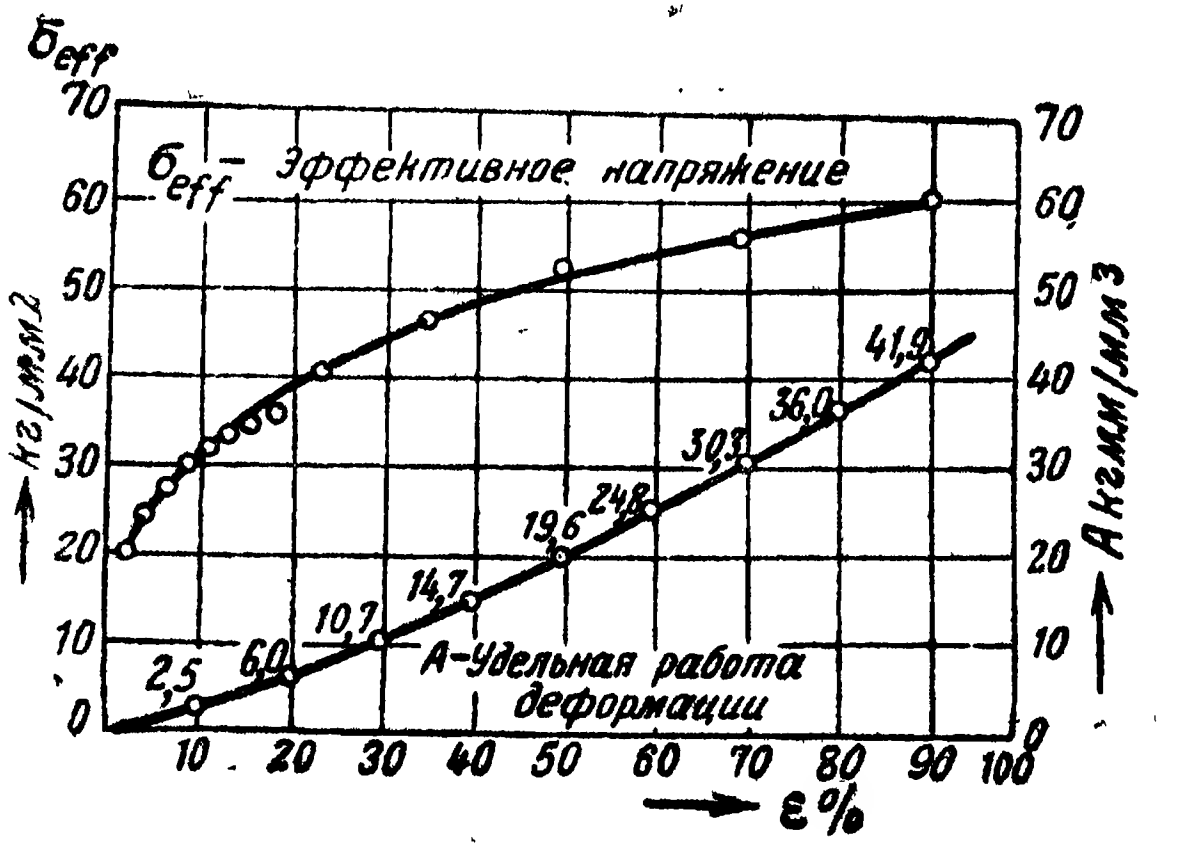
Помимо приведенных формул, составленных на основании практических данных, заслуживает внимания теоретическое исследование Зоммера. Зоммер полагает, что усилие свертки складывается из:

1. Сжимающего усилия $S = P_{сж}$, действующего в тангенциальном направлении и распределенного по всей кольцевой площади кружка заготовки. Сжимающее усилие вытесняет избыточный металл при переходе от большого диаметра к меньшему (фиг. 63, а — I).

2. Изгибающего усилия $B = P_{из}$, действующего в вертикальном и горизонтальном направлениях при переходе материала заготовки через радиус сверточной матрицы (фиг. 63, а — II).







Фиг. 63. Схема свертки по Зоммеру:

а—распределение элементов усилия при свертке; *б*—элемент кружка с обозначением сил, действующих при свертке; *в*—эффективная разрывная диаграмма для меди; *г*—эффективная разрывная диаграмма для стали.

3. Силы трения $R = P_{тр}$, возникающей вследствие скольжения материала в месте прилегания к сверточной матрице и к складкодержателю, препятствующему появлению складок (фиг. 63, а — III).

Определяя каждый из вышеуказанных элементов потребного усилия вытяжки, Зоммер дает формулу в следующем виде:

$$P = (2\mu H + 2\pi S)\, e^{\mu \frac{\pi}{2}} + B;$$

допуская $B = 0$, формула окончательно примет вид:

$$P = 2e^{\mu \frac{\pi}{2}} (\mu H + \pi S),$$

где P — усилие свертки, *кг;*
e — основание натуральных логарифмов;
μ — коэфициент трения скольжения;
H — усилие прижима;
S — силы, сжимающие в тангенциальном направлении, сумма которых определяется интегралом

$$S = \int_{r_2 + a_2}^{r_1} \sigma_f df.$$

Чтобы пользоваться этой формулой, необходимо знать: а) эффективную разрывную диаграмму для материала, из которого производится свертка, для определения σ_f — сопротивления сжатию (напряжение) в тангенциальном направлении, б) усилие прижима, в) коэфициент трения для материала, из которого производится свертка (фиг. 63, б, в, г).

Сжимающее усилие S может быть определено на основании интеграла, значение которого для меди дано в таблице, приведенной в нашей работе «Холодная штамповка», а для стали — в статье инж. Фрейдлина.

Пользуясь формулой Зоммера, можно определить минимально допустимый диаметр свернутого колпачка, исходя из условия, что усилие свертки не должно вызывать в материале напряжения, которое превышало бы временное сопротивление на разрыв:

$$\sigma_b \geqslant \frac{P}{\pi d a} = \frac{2e^{\mu \frac{\pi}{2}} (\mu H + \pi S)}{\pi d a},$$

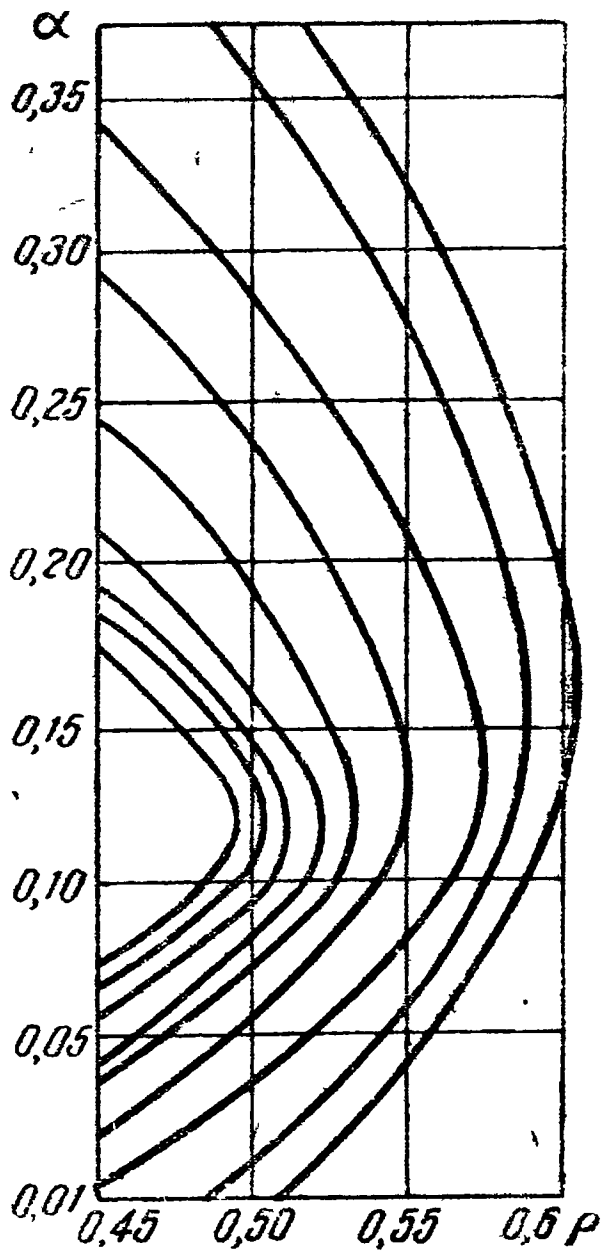
где σ_b — допустимое временное сопротивление разрыву, *кг/мм²*;
d — диаметр свертываемого колпачка, *мм;*
a — толщина материала, *мм.*

Рассмотренный выше способ определения усилия, а в особенности основной составляющей сжимающей силы, сложен и занимает много времени.

Для упрощения расчета Фроммом даны диаграммы, более пригодные для практических целей.

Фромм, принимая:

$$\frac{a_1}{r_1} = \alpha; \quad \frac{r_2}{r_1} = \rho \quad \text{и} \quad a = \text{const},$$



Фиг. 64. Диаграмма Фромма.

после подстановки в выражение $S=\int_{r_2+a_2}^{r_1}\sigma_r df$ и некоторых преобразований получает:

$$S=ar_1I \quad \text{и} \quad P=2e^{\mu\frac{\pi\alpha}{2}}(\mu H+\pi ar_1 I).$$

Значение I определяется по диаграммам (фиг. 64), построенным для α и ρ при вытяжке меди, или по табл. 35, составленной инж. Фрейдлиным для мягкой стали.

Таблица 35

Значение I для мягкой стали

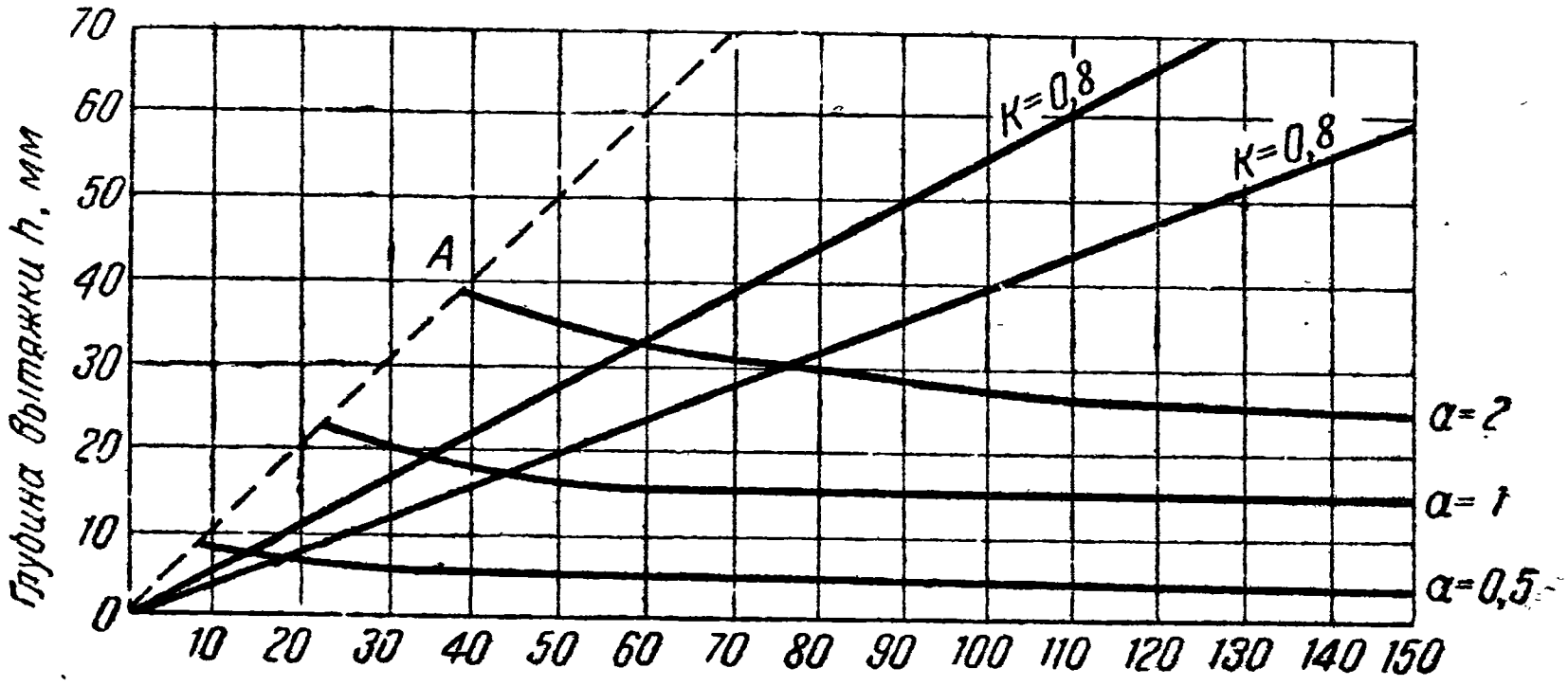
ρ \ α	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02
0,4	5,71	11,15	15,85	19,55	20,76	20,45	19,57	18,36	17,16
0,45	2,80	8,25	13,00	16,83	18,79	18,05	17,31	16,29	14,45
0,5	—	5,45	10,25	14,23	16,46	15,79	15,25	14,37	12,85
0,55	—	2,43	7,68	11,78	14,18	13,74	13,29	12,58	11,33

Так как формулы Зибеля и Закса аналогичны формуле Зоммера и пользоваться ими довольно сложно, мы их опускаем, а интересующимся этими работами рекомендуем обратиться к первоисточникам.

Усилие для третьего случая (свертка без складкодержателя и с утонением стенок) рассчитывают на основе работы инж. Пущина «Орудийные гильзы» (Оборонгиз, 1940 г.).

Однако, как показал опыт, полученные результаты дают значительные отклонения от фактических усилий, что нас заставляет исключить этот расчет, учитывая, что удовлетворительной для практики формулы лля расчета усилий еще нет.

Как и указывалось ранее, ряд изделий не может быть свернут без применения складкодержателя.



Фиг. 65. Определение необходимости складкодержателя.

Необходимость применения складкодержателя становится очевидной при рассмотрении диаграммы Милона (фиг. 65). На оси абсцисс диаграммы отложены средние диаметры d, а на оси ординат — высоты свертываемых колпачков.

Прямая пунктирная линия OA указывает предельную глубину свертки, при которой возникают разрывы материала. Две прямые, проходя-

ние через начало координат под различными углами к оси абсцисс, дают предельную глубину вытяжки (свертки) при различных коэффициентах изменения диаметра $K=0{,}6$ и $K=0{,}8$. Три гиперболические кривые определяют предельные глубины свертки для различных толщин материала, после которых появляются на боковых стенках колпачка складки, а следовательно, возникает необходимость применения складкодержателя.

Примечание. Коэфициент изменения диаметра K определяется из выражения

$$K=\frac{D-d}{d},$$

где D — диаметр заготовки, *мм*;
d — диаметр свертки, *мм*.

Пример 1. Определить необходимость применения складкодержателя для свертки колпачка $d=24{,}0$ *мм*, свертываемого из кружка диаметром $D=42$ *мм*; толщина материала 1 *мм*.

$$K=\frac{D-d}{d};$$

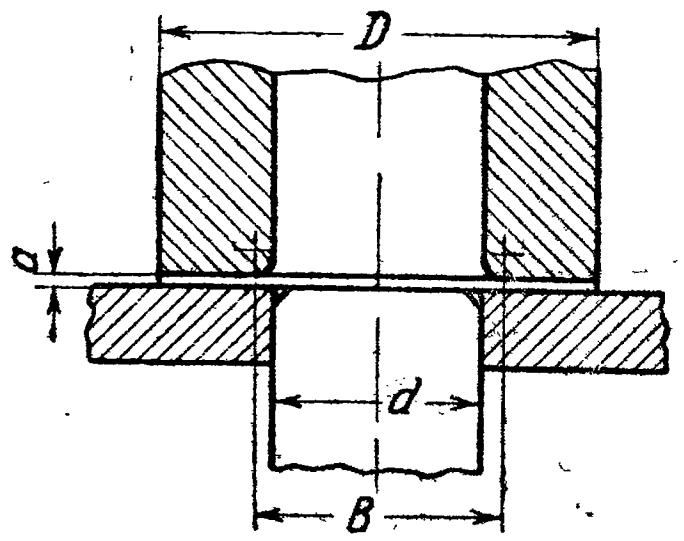
$$\frac{42-24}{24}=0{,}7.$$

По диаграмме максимальная глубина свертки без складкодержателя 21 *мм*. Глубина же колпачка при заданных соотношениях не более 15 *мм*, следовательно, свертка без складкодержателя возможна.

Большинство работ, в особенности по одновременной вырубке и свертке, в патронной промышленности производится на прессах двойного действия; проверка результатов по указанной диаграмме позволяет технологу определить степень точности регулировки вырубного пуансона, который, как известно, выполняет в этих прессах функции складкодержателя.

Таблица 36

Удельное давление для латуни и алюминия, q



Толщина материала a, *мм*	0,525	0,555	0,59	0,625	0,67	0,715	0,77
0,6	31/25	26/20	24/18	22/16	19/13	17/11	14/8
0,9	25/19	22/16	20/14	18/12	15/9	13/7	10/4
1,0	23/17	21/15	19/13	16/10	14/8	11/5	9/3
1,1	22/16	20/14	17/11	15/9	13/7	10/4	8/2

Примечания. 1. Для свертки колпачков из стали табличные значения необходимо умножить на 1,3.

2. В числителе даны значения давления прижима при зазоре, большем толщины материала, а в знаменателе — при зазоре, равном толщине материала.

Если возникнет необходимость в складкодержателе, то давление прижима следует определить по формуле:

$$P = \frac{\pi}{4}\left(D^2 - B^2\right) q,$$

где P — давление прижима, *кг*;

$(D^2 - B^2)\frac{\pi}{4}$ — площадь прижима при свертке колпачков;

q — удельное давление, *кг/см²*.

Удельное давление зависит от коэфициента свертки, толщины материала, вида материала и зазора между пуансоном и матрицей. Значения удельного давления приведены в табл. 36.

В случае отсутствия таблицы величина удельного давления может быть принята 0,15 до 0,3 *кг/мм²*.

При рассмотрении процесса свертки нами было установлено, что величина усилия зависит от зазора между пуансоном и матрицей.

В тех случаях, когда свертка производится без утонения стенок, величину зазора между пуансоном и матрицей следует определять по табл. 37, а в случае свертки с утонением — путем расчета (гл. VII).

Таблица 37

Зазоры между пуансоном и матрицей при вытяжке, *мм*

№ графы		Зазор между матрицей и пуансоном на сторону, *а*		
		0,5—2 *мм*	2—4 *мм*	4—6 *мм*
1		1,5 *а*	1,4 *а*	1,35 *а*
2		1,3 *а*	1,25 *а*	1,2 *а*
3	для изделий без допуска	1,1 *а*	1,1 *а*	1,1 *а*
	для изделий с допуском	По нижнему предельному размеру	По верхнему предельному размеру	По верхнему предельному размеру

а — толщина материала, *мм*

Схема пользования таблицей 37

Количество переходов вытяжки	1 переход	2 перехода		3 перехода			4 перехода			5 переходов		
		1-й	2-й	1-й	2-й	3-й	1 и 2-й	3-й	4-й	1, 2 и 3-й	4-й	5-й
№ графы	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Примечание. Приведенные в таблице значения зазоров являются средними; допуск на зазор выбирается в зависимости от допуска на толщину материала.

Для определения направления зазора следует руководствоваться следующим правилом. Если свернутый колпачок является изделием, то зазор делают за счет пуансона при необходимости получить точные наружные размеры и за счет матрицы — при получении точных внутренних размеров.

Номинальные размеры матриц и пуансонов рассчитываются так:

	Задан внешний размер изделия	Задан внешний размер изделия
Для матрицы	$D_н = D_{min}$	$D_н = D_{min} + 2z$
Для пуансона	$D_н = D_{min} - 2z$	$D_н = D_{min}$

где D_{min} — нижний предельный размер изделия;
z — зазор между матрицей и пуансоном (берется по табл. 37).

Для сохранения зазора руководствоваться следующими таблицами.

3-й класс точности ОСТ 1013 для операций 1 и 2

Толщина материала *мм*	1,0—1,1	1,2—1,3	1,4—1,7	1,8—1,9	2,0—2,3	2,4—2,7	2,8—3,1	3,2—3,5	3,6—3,9	4,0
Максимальный диаметр *мм*	6	10	18	30	50	50	120	180	250	260

Для операций 3 и 4

Толщина материала *мм*	0,5	0,6	0,7—0,8	0,9	1,0—1,1	1,2—1,3	1,4—1,5	1,6—1,7	1,8—1,9	2,0—2,3	2,4 и выше
Максимальный диаметр *мм*	6	10	10	30	50	80	120	180	250	360	500

2-й класс точности ОСТ 1012 для операций 1 и 2

Толщина материала *мм*	0,4	0,5	0,6—0,7	0,8	0,9	1,0—1,1	1,2—1,3	1,4	1,5—1,6	1,7—1,9	2,0 и выше
Максимальный диаметр *мм*	6	10	10	30	50	80	120	180	250	380	500

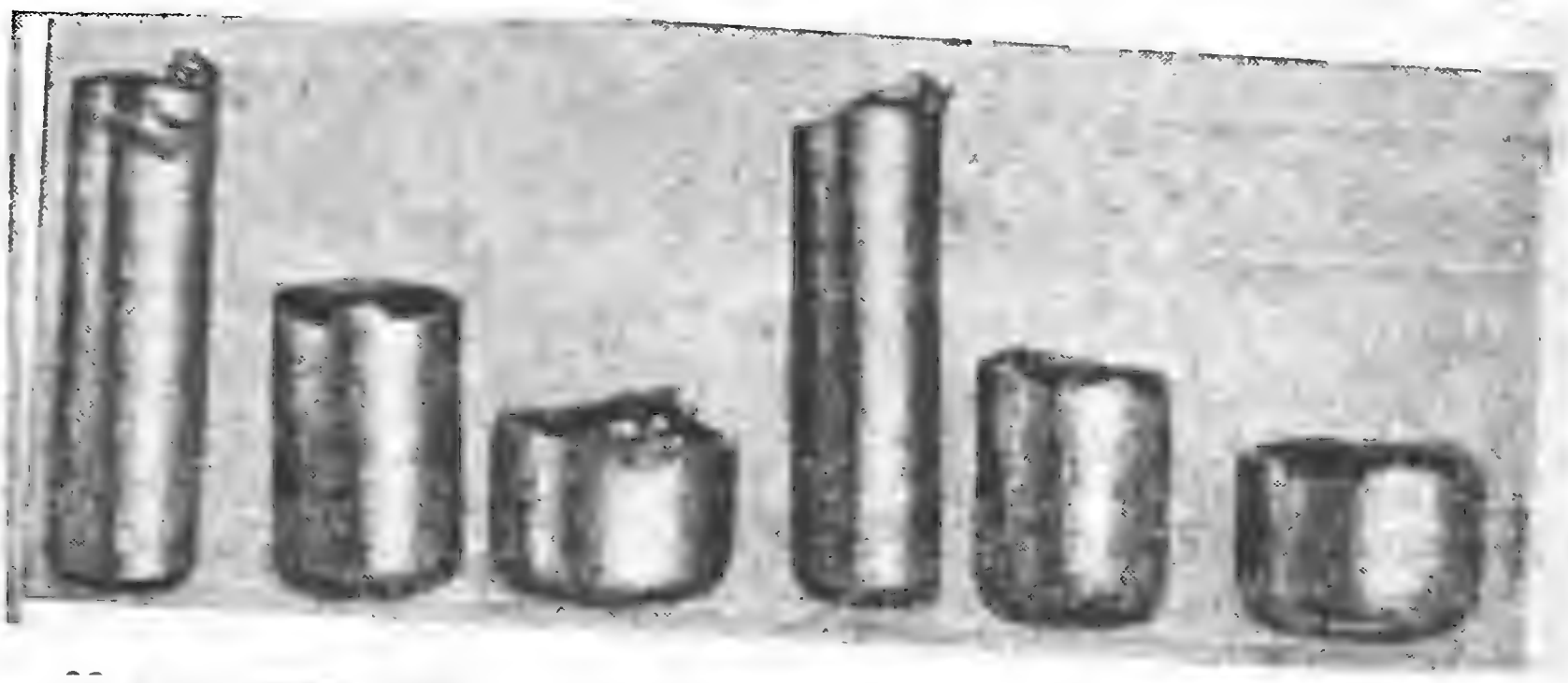
Для операций 3 и 4

Толщина материала *мм*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0 и выше
Максимальный диаметр *мм*	6	18	30	80	120	180	250	350	500

Для случаев, не укладывающихся в таблицу, и сложных контуров допуски указываются на одной из рабочих частей (матрице или пуансоне) по 3-му классу точности, а вторая пригоняется с зазором з.

Если колпачок является заготовкой, направление зазора безразлично.

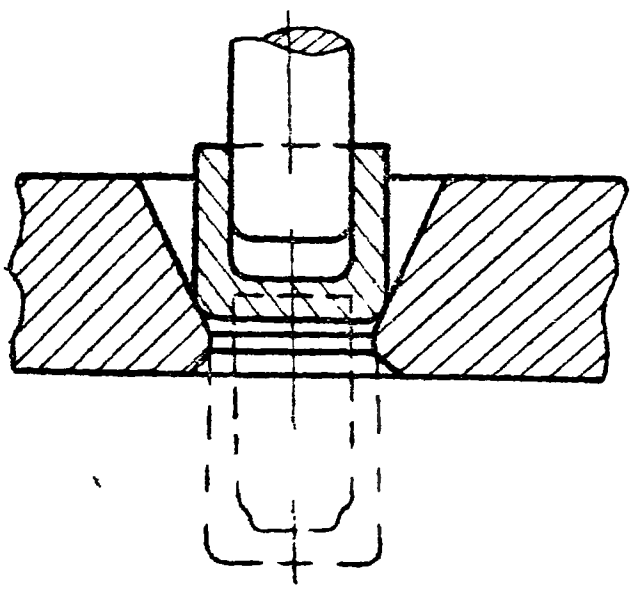
Как указывалось ранее, от свертки зависит качество готовых изделий, стойкость инструмента и т. д. В доказательство приведем ряд примеров. Если при свертке получена значительная разностенность, полностью исключить ее на вытяжках нельзя. Разностенность в готовой гильзе способствует появлению тугой экстракции, а в пульных оболочках — ухудшению кучности. Ряд дефектов в готовой гильзе, как-то: по-



Фиг. 66. Колпачок с усиком вследствие неправильного профиля инструмента.

перечные трещины под шляпкой, а подчас и отрыв шляпки также обусловлены плохим качеством свертки. Причиной появления дефектов являются острые кромки на сверточном пуансоне, в результате чего в сопряжении боковой стенки и дна колпачка появляются мельчайшие трещины, увеличивающиеся в дальнейшем технологическом процессе.

Трещины, находящиеся на внутренней поверхности, при осмотре могут быть не обнаружены и выявляются только при стрельбе, являясь причиной иногда и выхода из строя оружия. Неменьшее влияние на качество готовой гильзы, величину брака на промежуточных операциях, а в особенности на стойкость инструмента, оказывают форма, степень износа и сочетание с размерами первой вытяжки сверточного инструмента.



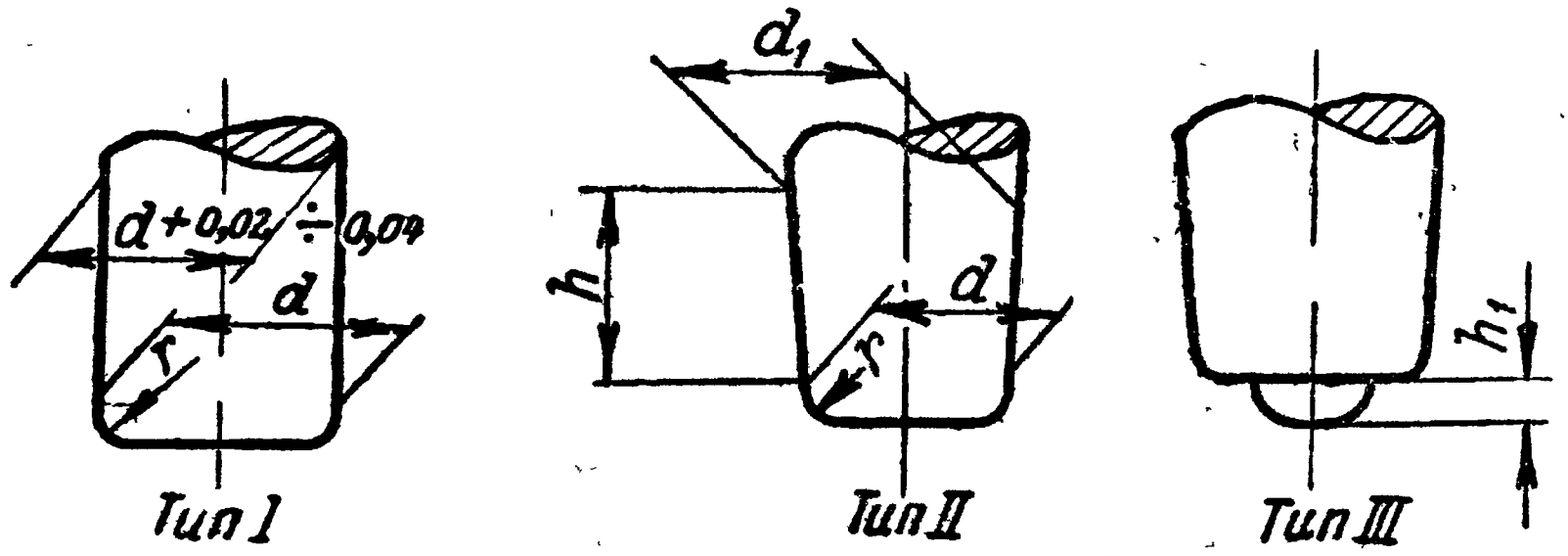
Фиг. 67. Схема посадки пуансона в колпачок.

На фиг. 66 показан колпачок, изготовленный из материала толщиной 1,35 *мм*, имеющий усик с зародышем продольной трещины по боковой стенке. Анализ этого явления показал, что причиной трещин являются неправильная конфигурация рабочей части матрицы, отсутствие прижима и большой зазор между пуансоном и матрицей. Износ сверточного пуансона или неправильное соотношение в диаметральных размерах сверточного пуансона и пуансона первой вытяжки служат причиной образования недостаточного зазора между внутренним диаметром колпачка и диаметром пуансона первой вытяжки, в результате чего пуансон первой вытяжки не садится по внутреннему профилю колпачка (фиг. 67), а останавливается на радиусе сопряжения дна колпачка со стенкой. При вытяжке в полуфабрикате получается уступ, который, увеличиваясь к центру, образует сферическую поверхность дна, что вызывает необходимость значительного усилия на прессовке и способствует образованию «кармана складки». Инструмент на всех последующих опе-

рациях испытывает добавочные нагрузки, которые и приводят к резкому понижению стойкости. Наблюдения показали, что стойкость инструмента, в особенности матриц, падает в 2—2,5 раза. Кроме того, наличие уступа при прессовках способствует увеличению толщины дна, а следовательно, получению гильзы с малым объемом каморы и патронов с бо́льшим, чем это допустимо, весом. Полагая, что нескольких примеров, показывающих значимость свертки и ее влияние на качество изделия, достаточно, переходим к рассмотрению инструмента и его крепления.

§ 2. Инструмент для свертки

Инструмент для свертки колпачков состоит из: 1) сверточного пуансона, 2) одной или двух матриц, 3) съемки, 4) направляющей втулки, 5) деталей крепления пуансона и матрицы.



Фиг. 68. Форма рабочей части сверточных пуансонов.

Пуансон для свертки (фиг. 68) представляет собою стержень, состоящий из трех частей: рабочей, шейки и головки. Рабочая часть пуансона бывает трех типов.

Первый тип, представляющий цилиндр с закруглением в месте сопряжения стенки и дна, применяется для колпачков, свертываемых без утонения стенок. Однако, чтобы облегчить съем свернутого колпачка с пуансона, диаметральная разница низа и верха пуансона 0,02—0,04 *мм*.

Второй тип, представляющий конус с закруглением в месте сопряжения стенки и дна, применяется для колпачков, свертываемых с утонением стенок. Величина конуса в этом случае устанавливается путем расчета (техника расчета приведена в гл. VII).

Третий тип — «пуансон с грибком» — применяется в тех случаях, когда при свертке необходимо создать накопление материала в донной части колпачка. К такому приему прибегают при изготовлении толстодонных гильз.

Шейка у сверточных пуансонов выполняется по цилиндру, а конструкция головки зависит от принятого способа крепления пуансона.

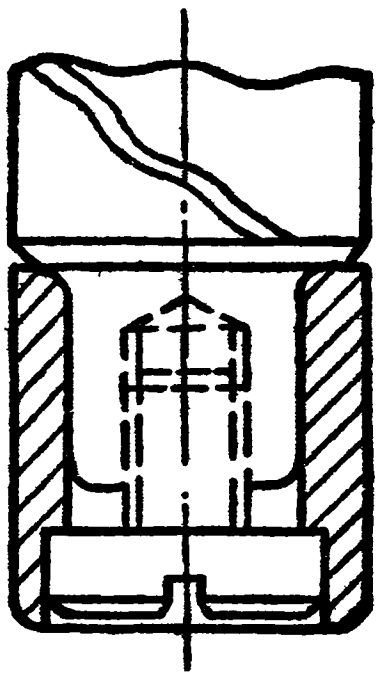
Материалом для сверточных пуансонов служит углеродистая инструментальная сталь марок У10А и У12А.

Рабочая часть пуансона после термообработки должна иметь твердость $R_C = 60—62$.

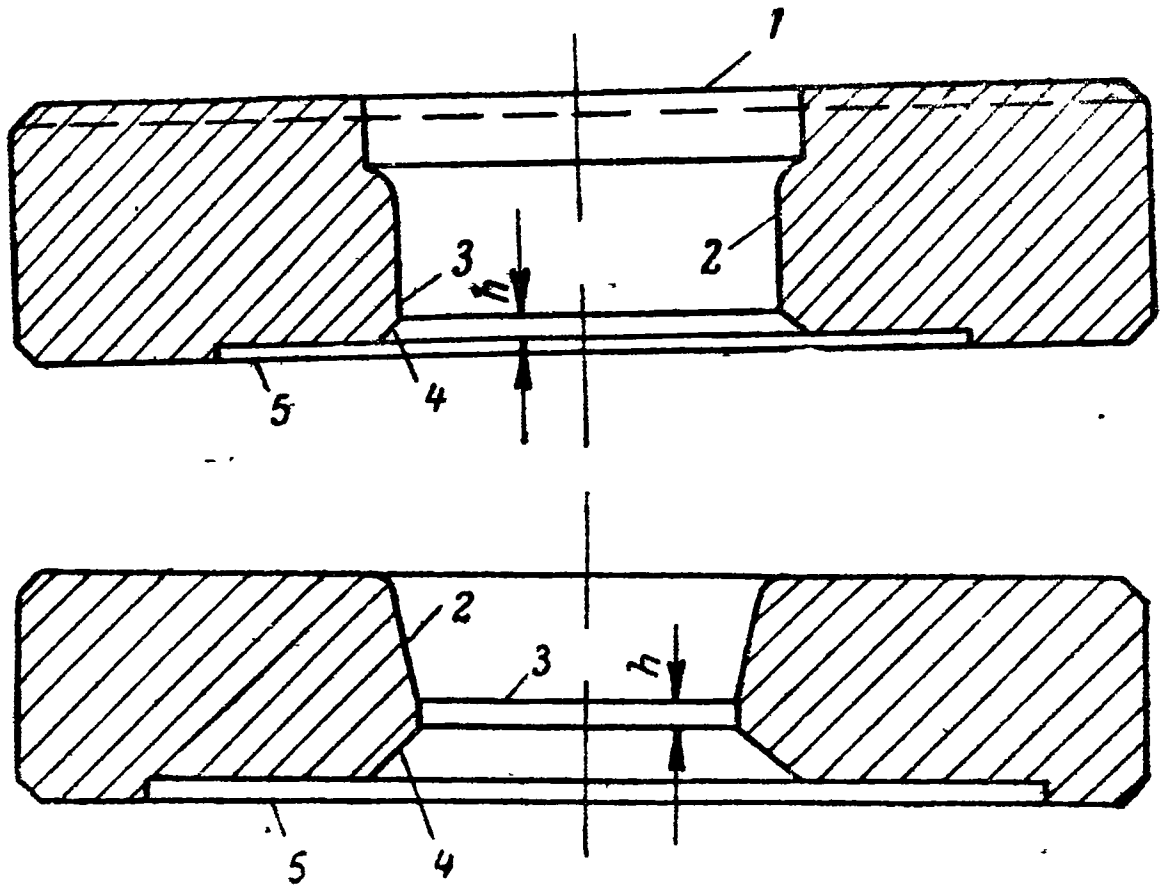
Для повышения сроков службы рабочую часть пуансона хромируют. Толщина слоя хрома 0,02—0,03 *мм*. Если размеры сверточного пуансона по диаметру больше 20 *мм* и радиусы сопряжения боковой стенки и дна незначительные, целесообразно изготовлять наконечники из металлокерамиковых сплавов, закрепляя их так, как это показано на фиг. 69.

В целях повышения сроков службы матрицы обычно изготовляют две матрицы для свертки (фиг. 70).

Верхняя матрица (по внутреннему очертанию) имеет три части: фиксирующую для кружка *1*, коническую или сферическую *2* и цилиндрическую *3*. Нижняя матрица имеет только коническую или сферическую *2* и цилиндрическую части *3*. На нижней части матрицы во избежание выкрашивания предусмотрена фаска *4*, а при больших габаритах в целях удобства шлифовки торца еще и выемка *5* глубиной 0,5—1 *мм*.

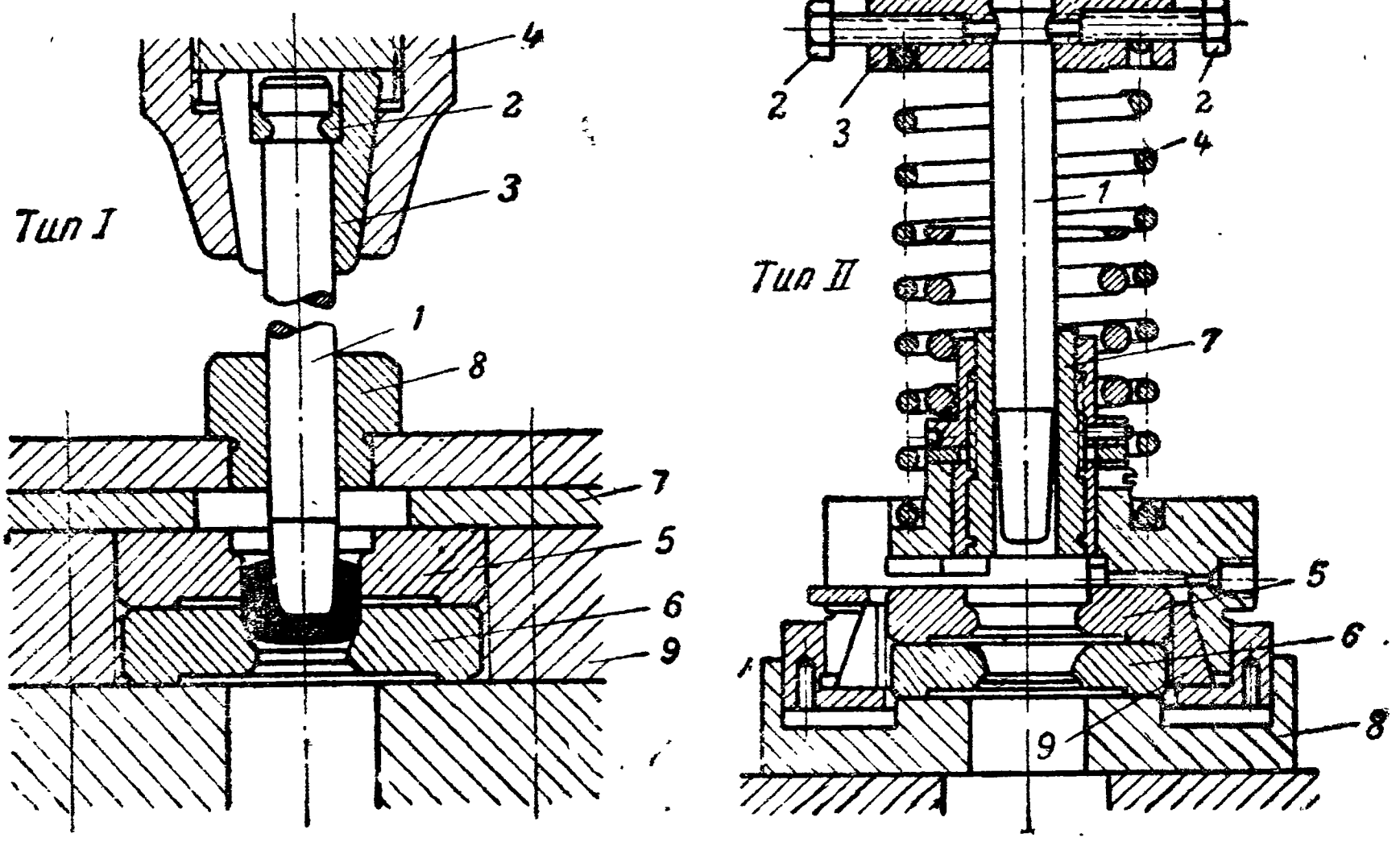


Фиг. 69. Наконечник из твердого сплава на сверточном пуансоне.



Фиг. 70. Сверточная матрица.

Матрицы изготовляются из углеродистой инструментальной стали марки У12А. После термообработки рабочая поверхность матрицы должна иметь твердость R_C =62—64. В целях повышения сроков службы матрицы следует хромировать и тщательно полировать. Толщина слоя хрома 0,015—0,02 *мм*.



Фиг. 71. Крепление сверточного инструмента.

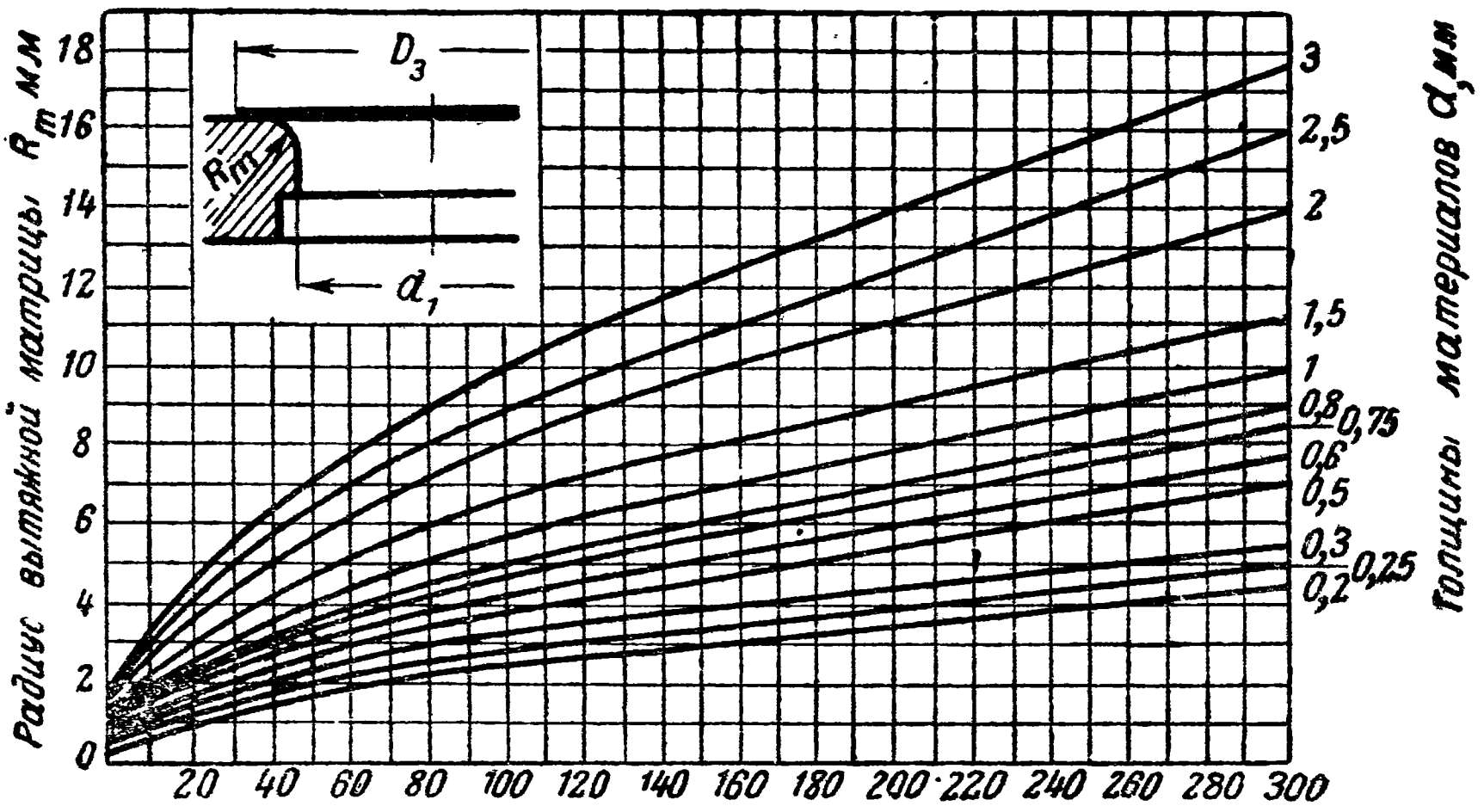
Крепление инструмента для свертки может быть двух типов (фиг. 71). В креплении первого типа сверточный пуансон *1* при помощи разрезного кольца *2*, заходящего в сферическую выемку пуансона зажимной цанги *3* и гайки *4*, закрепляется на качающемся или скользящем приспособлении ползуна пресса. В процессе перемещения пуансон скользит в направляющей втулке *8*.

Крепление второго типа отличается от первого тем, что сверточный инструмент закреплен в специальном штампе, который не имеет жесткой связи с ползуном пресса. Пуансон *1* удерживается двумя болтами *2* в диске *3*, находящемся под действием пружины *4*; при движении пуансон скользит в направляющей втулке *7*.

Матрицы *5* и *6* закреплены в нижней части штампа при помощи разрезного кольца *9*. Верхняя матрица *5* зажата кольцом *9*, а нижняя *6* свободна для самоцентровки в процессе свертки.

§ 3. Проектирование сверточного инструмента

Одним из основных вопросов при проектировании сверточного инструмента является выбор радиуса на пуансоне и матрице. Если колпачок не подвергается дальнейшей обработке, радиус закругления на пуансоне равен радиусу на изделии, а радиус на матрице принимается



Фиг. 72. Диаграмма Качмарека.

от 4 до 10 толщин материала. Для изделий, получаемых несколькими вытяжками, при сохранении одинаковой толщины стенок и дна можно пользоваться диаграммой Качмарека.

По диаграмме Качмарека (фиг. 72) определяют радиус закругления на матрице; радиус на пуансоне обычно берут от 0,6 до 1 радиуса матрицы. На оси абсцисс расположены значения коэфициента

$$K=(D_з-d_1),$$

где $D_з$ — диаметр кружка, *мм*;

d_1 — диаметр колпачка, *мм*.

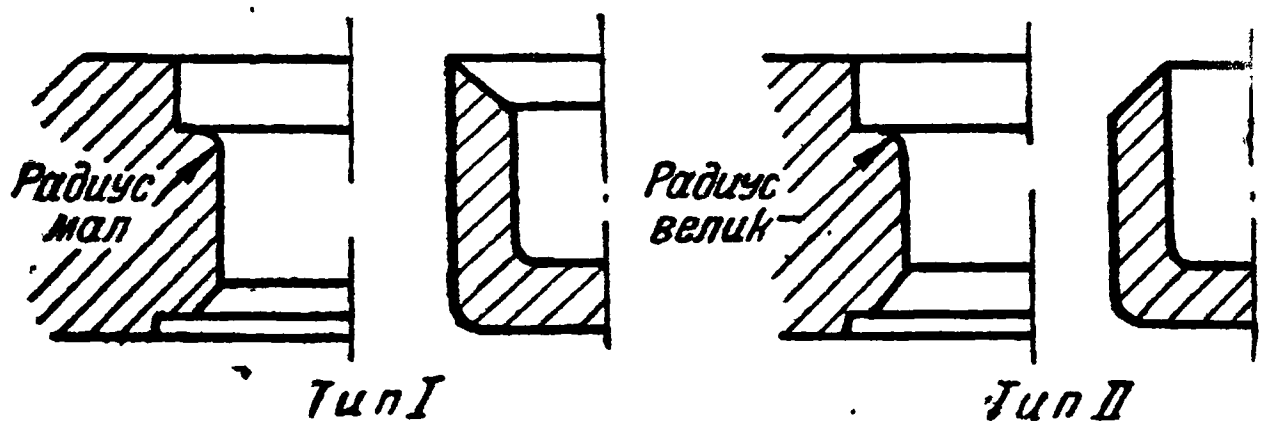
Кривые составлены для различных толщин материала, значения которых указаны справа. Порядок пользования диаграммой ясен.

Сказанное относилось к изделиям, имеющим одинаковую толщину стенок и дна. Так как при изготовлении изделий патронной промышленности, помимо формоизменения, сверткой предопределяется распределение материала, к радиусу предъявляются более жесткие требования. Прежде всего установим степень влияния величины радиуса на нормальное течение технологического процесса. Практикой установлено, что радиусы на сверточной матрице и пуансоне оказывают влияние на:

1) величину усилия свертки и съема;
2) качество колпачка в отношении разностенности и косины;
3) накопление металла в донной части колпачка.

Из сказанного ранее известно, что с увеличением радиуса усилие свертки уменьшается; при малом же радиусе оно настолько возрастает, что может привести к отрыву дна. Очевидно, что чем больше радиус на сверточной матрице, тем меньше усилие съема.

От величины радиуса на матрице зависит распределение материала между дном и стенками; с увеличением радиуса количество металла в



Фиг. 73. Кромка колпачка.

дне увеличивается. Это явление обычно учитывается при изготовлении толстодонных гильз. Однако следует помнить, что чем больше радиус на матрице, тем больше косина и разностенность вследствие ухудшения устойчивости кружка во время свертки.

Величина радиуса на матрице влияет также на форму края колпачка после свертки (фиг. 73).

При малом радиусе закругления матрицы края колпачка будут иметь внутренний скос (тип *I*), а при большем радиусе — наружный скос (тип *II*). Наличие острых кромок, в особенности, если они получены в результате внутреннего скоса, — нежелательно, так как впоследствии на вытяжных операциях они отделяются от заготовки, засоряют полуфабрикат, нарушают правильность работы механизма подачи и выводят преждевременно инструмент из строя вследствие задиров. Явление фестонистости («ушей») при свертке может быть уменьшено или увеличено изменением величины радиуса на матрице.

Приводим ряд практических зависимостей для расчета величины радиуса на матрице и пуансонах.

Хорошие результаты дают следующие зависимости для расчета радиусов на сверточных пуансонах:

$r = 0{,}25a$ до $0{,}3d^{н}_{св}$ — для материалов толщиной более 6 *мм*;

$r = 0{,}5 - 0{,}7a$ — для материалов толщиной от 2 до 6 *мм*;

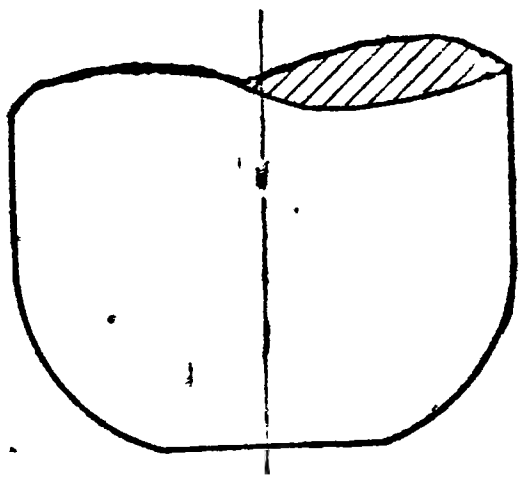
$r = (1{,}2 - 1{,}8)a$ — для материалов толщиной до 2 *мм*;

Расчет матриц:

$r_м = (0{,}75 \div 1)a$ — для материалов толщиной более 6 *мм*;

$r_м = (1{,}25 \div 1{,}5)a$ — для материалов толщиной от 2 до 6 *мм* и

$r_м = (1{,}5 - 3)a$ — для материалов толщиной от 0,5 до 2 *мм*.



Фиг. 74. Пуансон со срезанным торцом.

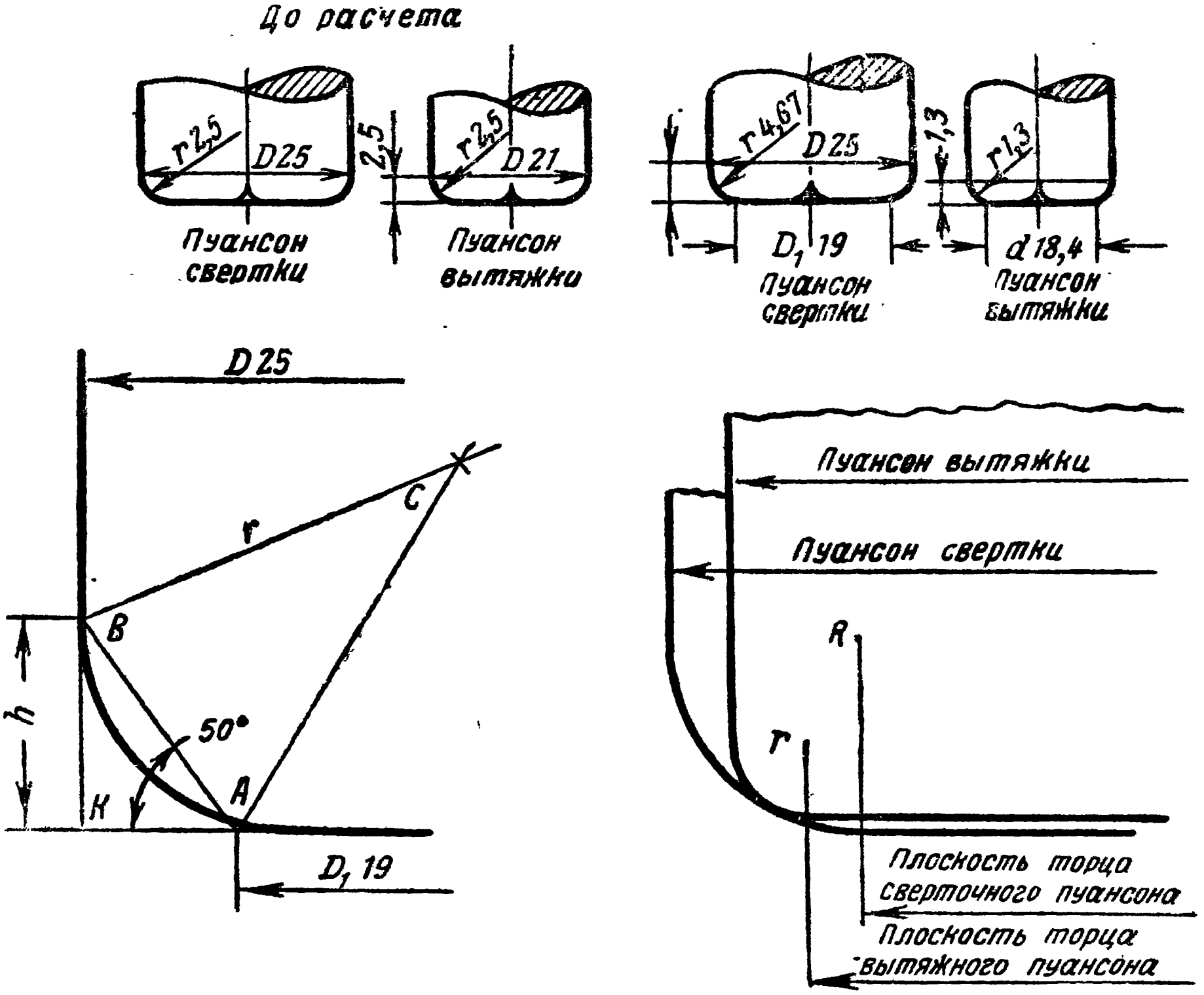
В тех случаях, когда перепад между диаметрами пуансонов свертки и первой вытяжки больше 2 *мм*, целесообразно использовать пуансоны со срезанным торцом (фиг. 74).

Такого типа пуансоны, как показала практика, дают хорошие показатели самоцентрирования колпачка по пуансону, а этим самым исключают появление косины и разностенности в особенности при рабо-

с «плавающими матрицами». Для иллюстрации рассмотрим пример подбора радиуса сверточного пуансона при большой диаметральной разнице между пуансонами первой вытяжки и свертки.

Пример. Диаметр сверточного пуансона 25 *мм*, диаметр пуансона первой вытяжки 21 *мм*, радиус закругления пуансона первой вытяжки 1,3 *мм* (фиг. 75). Устанавливаем диаметр торца сверточного пуансона по формуле:

$$D = d_1 - 1{,}5\,r = 21 - 1{,}5 \cdot 1{,}3 \approx 19.$$



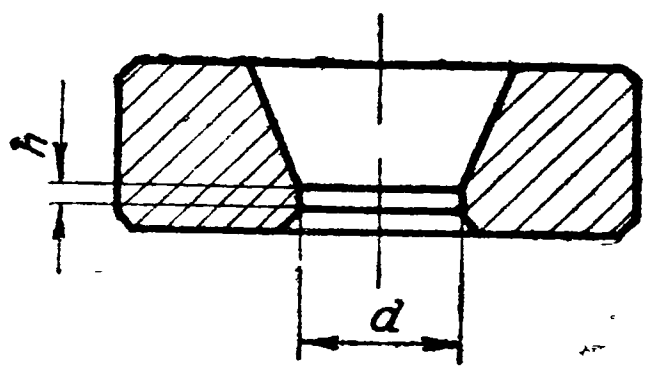
Фиг. 75. Пуансон со срезанным торцом.

Затем определяем радиус сверточного пуансона и высоту закругления по формуле:

$$r_{св} = \frac{0{,}5\,(D_{св} - D)}{\cos 50^\circ} = \frac{0{,}5\,(25 - 19)}{0{,}642} = 4{,}67;$$

$$h = \sqrt{r_{св}^2 - \left(\frac{D_{св} - D}{2}\right)^2} = \sqrt{4{,}67^2 - \left(\frac{25-19}{2}\right)^2} = 3{,}6.$$

Размеры радиусов и диаметров пуансонов следует обязательно проверить графически, потому что если пуансон вытяжки будет останавливаться на радиусе закругления дна колпака со стенкой при вытяжке, образуется уступ в донной части (о влиянии уступа было сказано выше).



Фиг. 76. Матрица.

Помимо радиуса, матрицы и пуансона, существенное влияние оказывают на свертку размеры цилиндрического пояска и его выполнение (фиг. 76). Широкий поясок способствует налипанию металла и быстрой потере размеров, а узкий поясок — появлению косины.

Размеры пояска могут быть определены из формулы:

$$h = 0{,}08\sqrt{d\sigma_b},$$

где d — диаметр колпачка, *мм*;

σ_b — временное сопротивление разрыву, *кг/мм²*.

Сопряжение диаметра цилиндрической части матрицы и радиуса закругления допустимо как по прямой, так и по кривой. Это сопряжение оказывает значительное влияние на усилие и качество свертки. Сопряжение обычно подбирают опытным путем, а затем снимают шаблон и матрицу изготовляют строго по шаблону. Для ориентировочных подсчетов угла можно пользоваться следующими данными.

Величина угла наклона в верхних матрицах свертки

$\frac{D_{св}}{D_{кр}}$	a, *мм*	$\alpha°$	$\frac{D_{св}}{D_{кр}}$	a, *мм*	$\alpha°$
0,65—0,7	10—14	20—24	0,55—0,6	10—14	15—18
	7—10	16—20		7—10	14—16
	3—5	14—16		3—5	12—14
	1—3	12—14		1—3	12—14
0,6—0,65	10—14	16—20	0,5—0,55	10—14	14—16
	7—10	15—18		7—10	12—14
	3—5	13—15		3—5	12—14
	1—3	12—13		1—3	10—12

Размеры сверточных пуансонов и матриц определяют, исходя из:

а) размеров полуфабриката (расчет приведен в гл. VII);

б) точности изготовления полуфабриката и инструмента;

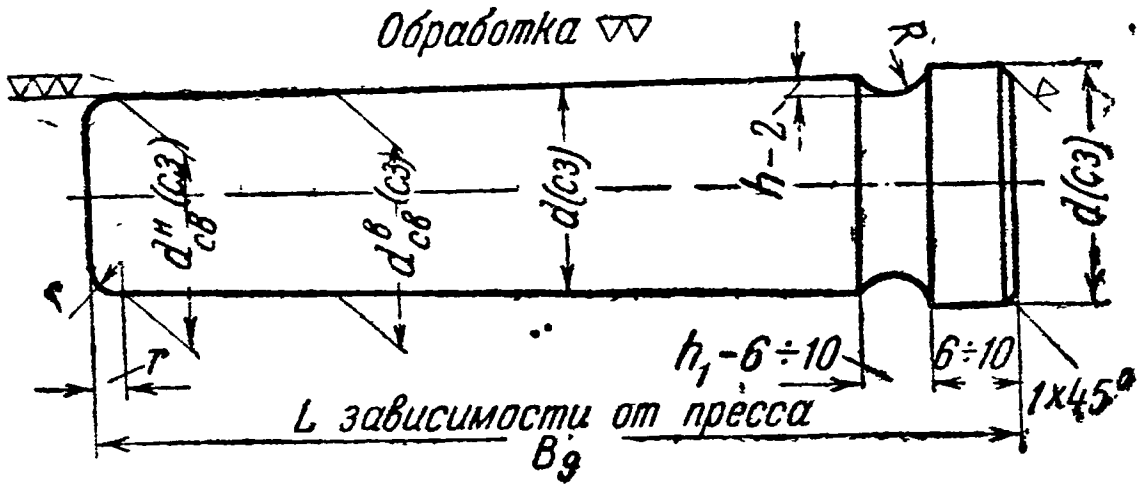
в) характеристики оборудования, на котором инструмент эксплоатируется.

В табл. 38 приведен ряд зависимостей, проверенных в заводских условиях.

Таблица 38

Размеры сверточных пуансонов и матриц

А. Размеры пуансонов

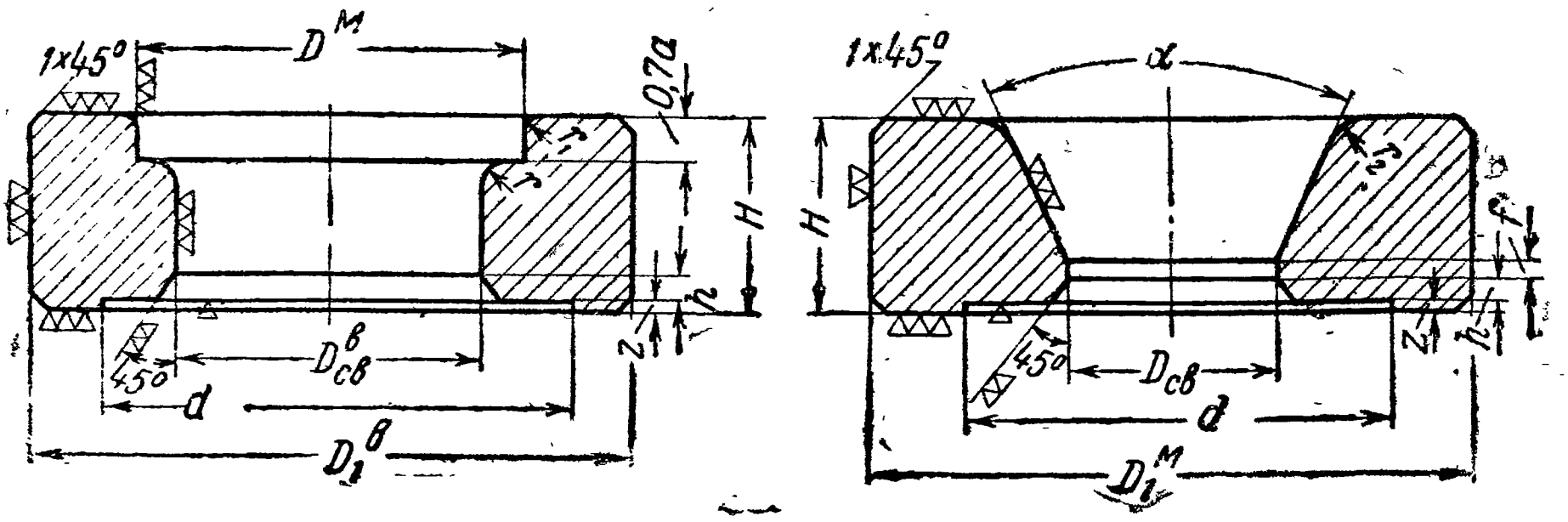


Определяемый размер	Обозначения	Формулы
Рабочие диаметры, расстояние между диаметрами (длина конусной части)	$\frac{d^{н}_{св}}{d^{в}_{св}}$	По изделию
Радиус закругления	r	По изделию

Продолжение

Определяемый размер	Обозначения	Формулы
Диаметр цилиндрической части	d	$d_{св}^{в}$
Высота головки	h	6—10 *мм*
Ширина проточки	h_1	6—10 *мм*
Глубина проточки	n	1,5—2,5 *мм*
Радиус проточки	R	$\frac{h_1^2 + 4n^2}{8n}$
Длина пуансона	L	В зависимости от условий крепления

Б. Размеры матриц



Диаметр фиксирующей части верхней матрицы	$D_м$	$D_{кр} + 0,15$ *мм*
Глубина фиксирующей части верхней матрицы	S	$(0,5 \div 0,7)\,a$
Радиус входа фиксирующей части матрицы	r_1	0,5—1,5 *мм*
Диаметр цилиндрического пояска матрицы верхней	$D_{св}^{в}$	$\sqrt{\frac{4 \cdot D_{кр}\, a}{\frac{K_{св}}{100} + 1} + d_{св}^{ср\,2}}$ $d_{св}^{ср}$ — средний диаметр сверточного пуансона по расчету $d_{св}^{ср} = \frac{d_{св}^{в} + d_{св}^{н}}{2}$ $K_{св}$ — наклеп при свертке через верхнюю матрицу
нижней	$D_{св}$	$d_{св}^{н} + 2t_{св}^{н}$

Продолжение

Определяемый размер	Обозначения	Формулы
Диаметр задней выемки	d	$(0,6-0,7)\,D$
Высота задней выемки	z	0,5—1 *мм*
Высота задней фаски	h	1,5—2 *мм*
Угол конуса:		
нижней матрицы	α	$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\frac{0,5\,(D_{св}^{в}-D_{св})}{0,66\,[H-(z+h+f)]}$
верхней матрицы	α	опытным путем
Диаметр матрицы:		
верхней	$D_1^{в}$	$2,5D_{св}$
нижней	$D_1^{н}$	$D_1^{в}-0,3-0,5$
Высота матрицы	H	20 — 25 *мм*
Проверка матриц на прочность	σ_p	$\frac{P_н}{F}\leqslant 20$ *кг/мм²* или $\frac{P_н}{2\cdot\frac{D_1^{н}-D_{св}}{2}H-\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}[H-(z+h+f)]}$

a — толщина кружка;
P — усилие при свертке в нижней матрице.

Примечания. 1. На прочность проверяют только нижнюю матрицу.

2. Допуски на размеры на обработку сверточных пуансонов и матриц приведены в эскизах.

§ 4. Проверка точности и качества изделий при свертке

Точность изготовления колпачков при свертке (в *мм*) приводится в табл. 39.

Таблица 39

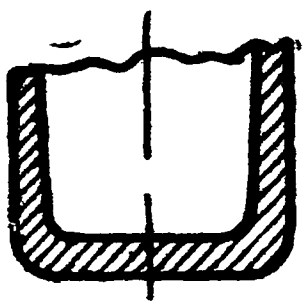
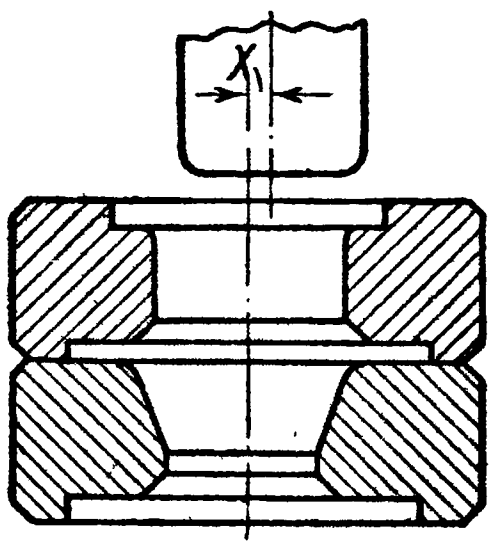
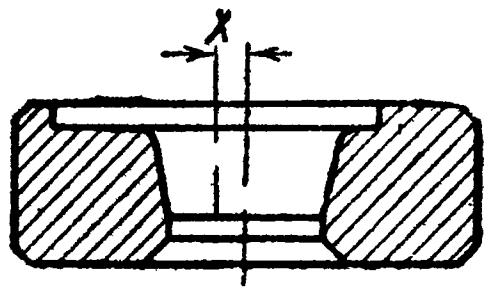
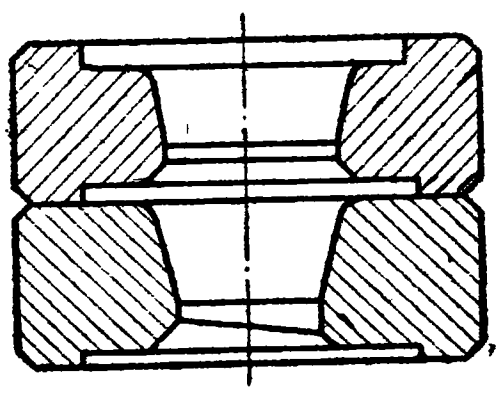
Точность изготовления колпачков при свертке

Толщина материала *мм*	Диаметр колпачка, *мм*				
	5—10	10—20	20—30	30—50	50
До 1	—0,08	—0,12	—0,2	—0,3	—0,3
1—2	—0,15	—0,2	—0,3	—0,4	—0,4
2—5	—0,2	—0,2	—0,3	—0,4	—0,4
5—10	—0,3	—0,35	—0,45	—0,5	—0,5

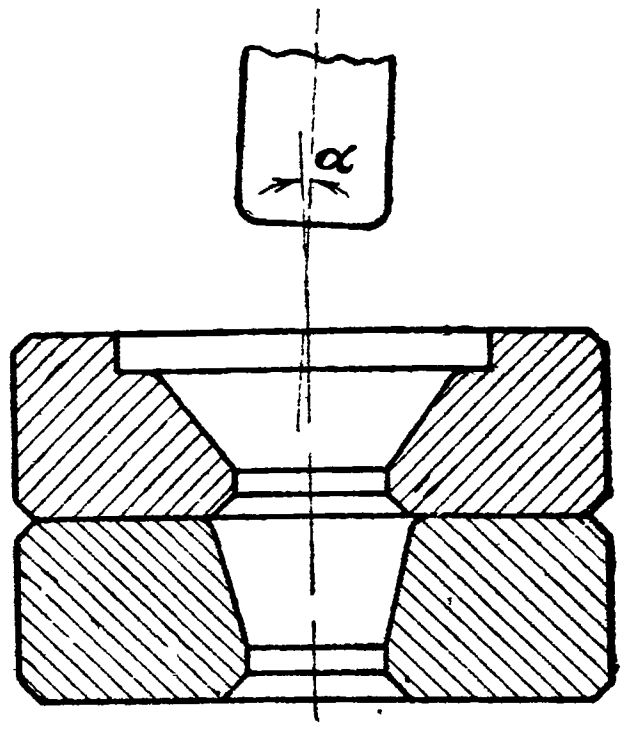
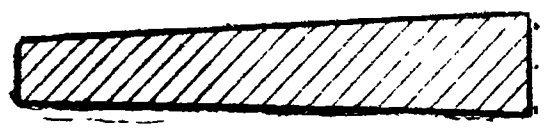
В процессе производства вследствие нарушения правил эксплоатации возникает брак, виды и причины которого приведены в табл. 40.

Таблица 40

Виды брака при свертке колпачков на прессах простого действия

Виды брака	Причины брака
1. Колпачки, имеющие разностенность и косину выше следующих величин  а) по разностенности $\frac{t}{d}$ | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 Разностенность *мм* | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,1 б) по косине $\frac{h}{d}$ | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 Косина, *мм* | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 где t — толщина стенки в средней части колпачка, *мм*, d — диаметр колпачка, *мм*, h — высота колпачка, *мм*.	1. Несовпадение осей сверточного пуансона и матриц вследствие износа направляющей втулки для сверточного пуансона  2. Несовпадение осей сверточного пуансона и матриц вследствие неправильной установки питателя 3. Несовпадение осей фиксирующей части и рабочей части матрицы  4. Неправильная форма рабочей части, косой поясок или нецентричность конуса у одной или обеих матриц 

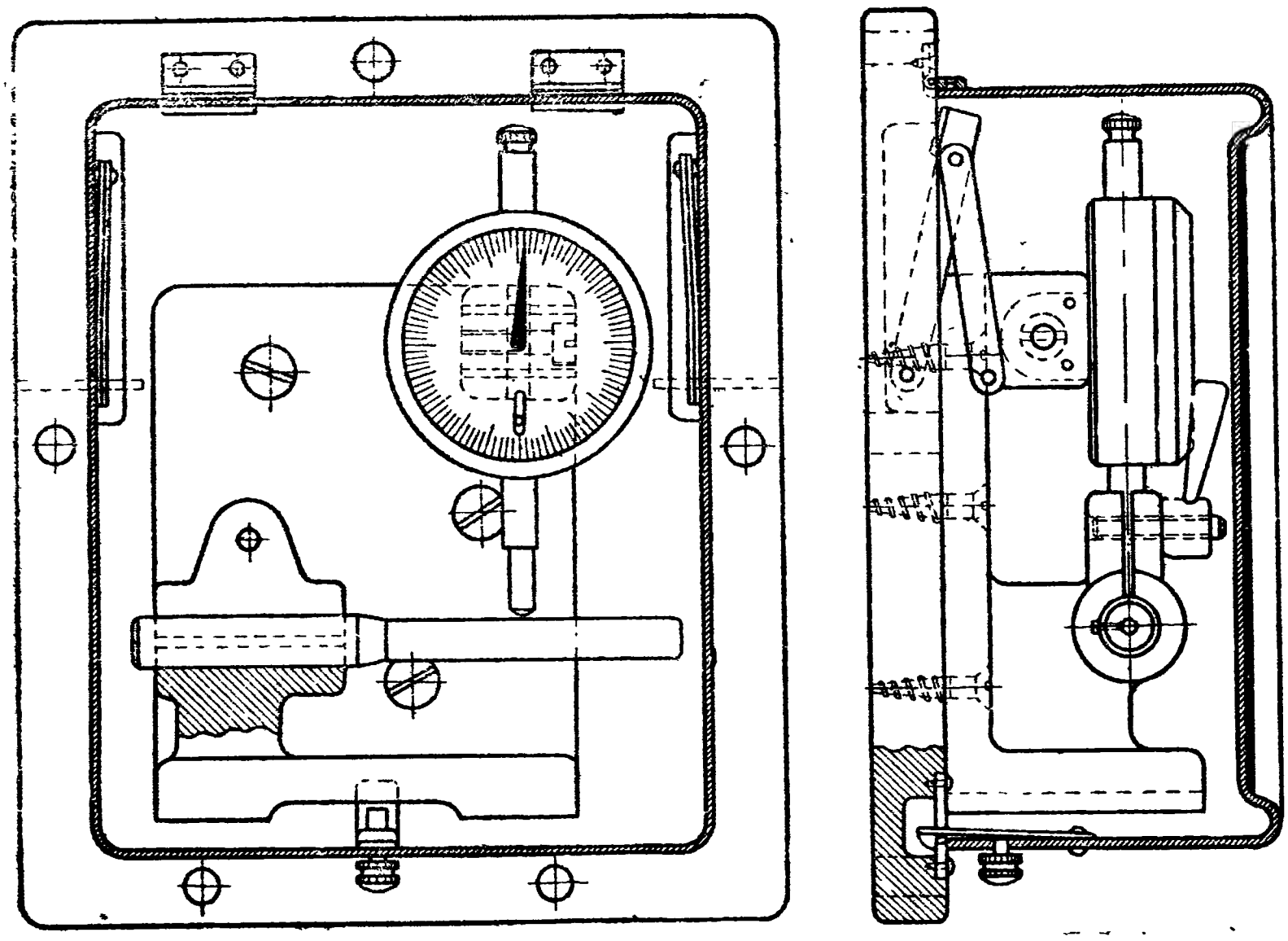
Продолжение

Виды брака	Причины брака
II. Колпачки косые разностенные или бесформенные	1. Неперпендикулярность плоскости матриц к ходу сверточного пуансона вследствие неравномерной выработки донной части колодки питателя, перекоса колодки питателя, качки матриц в процессе работы 
	2. Подача на свертку кружка с различной толщиной на краях 
III. Колпачки с большими фестонами на торцевой поверхности	3. Неправильная подача до упора кружка в питатель Материал кружка имеет разное сопротивление разрыву вдоль прокатки и под углом 45° в направлении прокатки Если $\frac{\sigma_b}{\sigma_b'}$ больше 1,2, фестоны неизбежны. Большая фестонистость в дальнейшей обработке может привести к образованию продольных трещин.
IV. Спресованные бесформенные колпачки	1. Работа оборванным пуансоном
V. Царапины, сдиры по боковой поверхности	1. Неправильная термообработка инструмента (неоднородность закалки по рабочей поверхности) 2. Трещины на инструменте, нарушение хромового покрытия 3. Загрязнение жидкости, охлаждающей инструмент, или подача на свертку грязных кружков

Продолжение

Виды брака	Причины брака
VI. Колпачки с обрывом донышка, стенки или надрыв в месте перехода дна к боковой стенке	1. Неудовлетворительное качество металла или его термообработки перед сверткой
	2. Неправильная форма рабочей части пуансона или матриц, недостаточная величина радиуса у пуансона или матрицы
VII. Колпачки с венчиком на торце, трещинами по торцу и неправильной формой торцевой поверхности	1. Подача совершенно неотожженного или недостаточно отожженного кружка
	2. Подача кружка с заусенцами, полученными вследствие неправильного зазора между вырубным пуансоном и матрицей или их затупления
	3. Попадание кружка выпуклостью в сторону пуансона
	4. Неправильный радиус на матрице

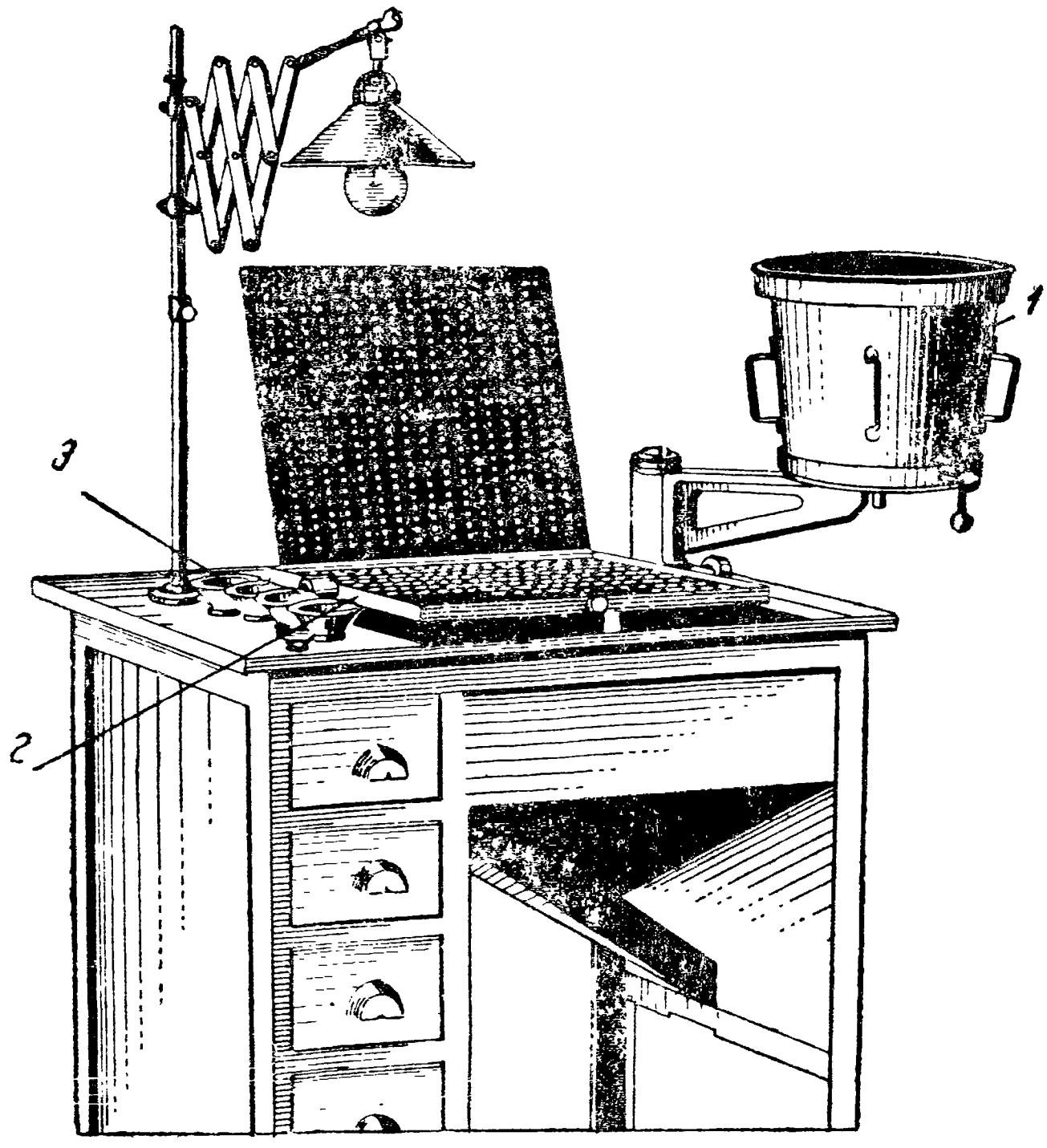
Правильность изготовления колпачков проверяется по высоте — скобой, наружному диаметру — кольцами, разностенности — на инди-



Фиг. 77. Инструмент измерительный.

каторном приборе и по наружному виду — на специальных смотровых столах. Набор необходимого инструмента показан на фиг. 77, а стол для осмотра — на фиг. 78.

Порядок пользования измерительными инструментами очевиден. Осмотр на столе происходит так: из бункера *1* колпачки высыпают на стол *2* и осматривают с одной стороны; затем стол поворачивает-



Фиг. 78. Стол для осмотра.

ся — и колпачки осматривают с другой стороны. Осмотренные колпачки высыпают в ящик. Забракованные при осмотре колпачки сортируют по видам брака и через воронки *3* они поступают в соответствующие ящики для брака.

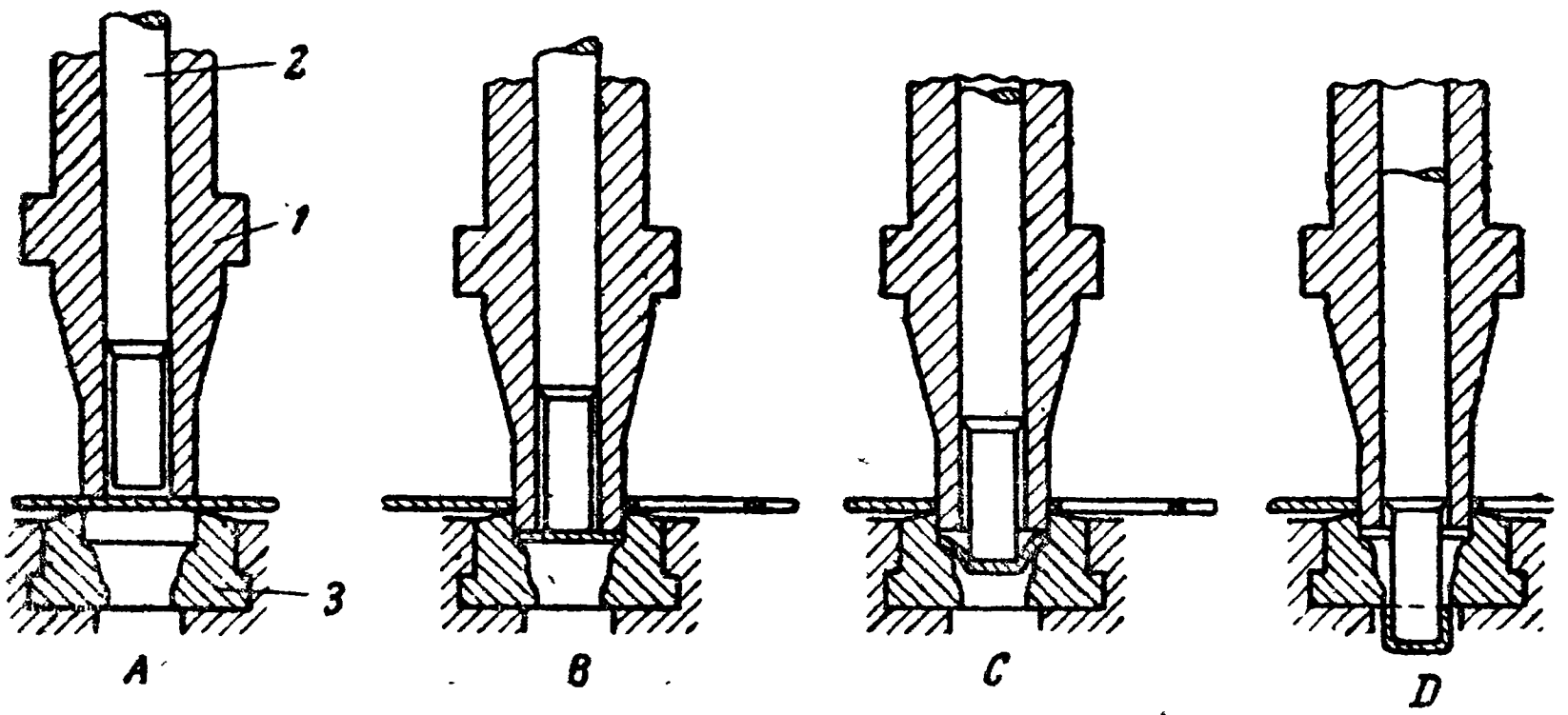
ГЛАВА V

ТЕХНОЛОГИЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ ВЫРУБКИ И СВЕРТКИ

§ 1. Технология вырубки и свертки

Для изготовления колпачков из материала толщиной до 6 *мм* на патронных заводах широко используют прессы двойного действия, на которых вырубка и свертка производятся одновременно.

Как видно на фиг. 79, штамп для вырубки и свертки состоит из двух пуансонов (вырубного и сверточного) и одной матрицы комбинированного типа.



Фиг. 79. Схема одновременной вырубки и свертки на прессе двойного действия.

Вырубной пуансон *1* прикрепляется к наружному ползуну, имеющему короткий ход, а сверточный *2* — к внутреннему, имеющему длинный ход.

Во время рабочего хода сначала опускается вырубной пуансон *1*, который вырубает заготовку и проталкивает ее к поверхности сверточной матрицы *3*. Вслед за вырубным пуансоном движется сверточный пуансон, который проталкивает свернутый колпачок на глубину, обеспечивающую положение кромок колпачка ниже съемки. При обратном ходе пуансона съемки сбрасывают колпачок, пуансон возвращается в исходное положение. Процесс вырубки и свертки, как видно на фигуре, протекает последовательно, поэтому все основные положения, рассмотренные нами по технологии вырубки и свертки, сохраняют силу.

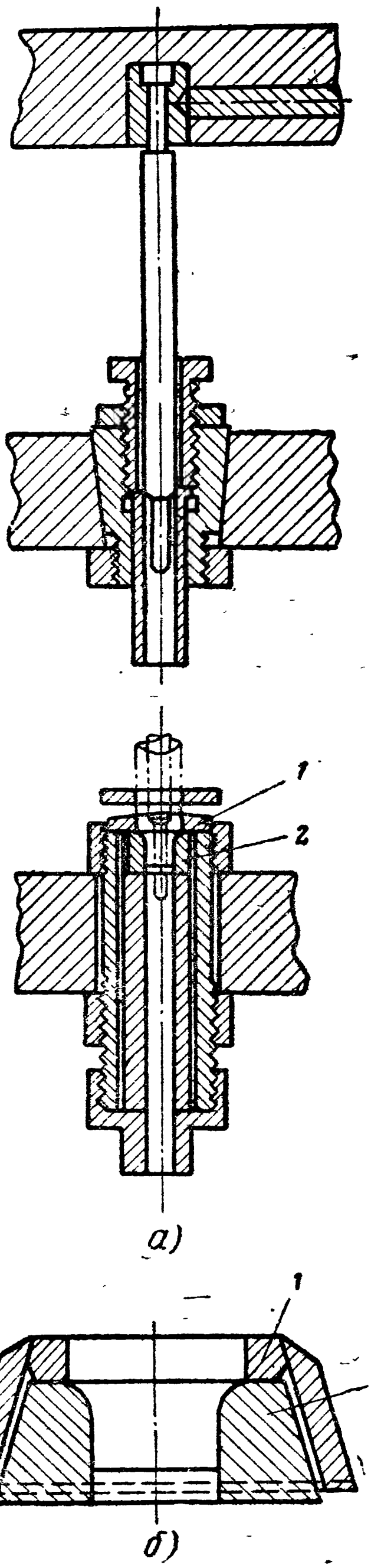
§ 2. Инструмент для вырубки и свертки

Вырубной пуансон (фиг. 79), изготовляемый из стали У12А, имеет трубчатую форму; наружный диаметр его соответствует размеру вырубаемого кружка, уменьшенному на величину технологического зазора; внутренний диаметр, являющийся направляющей частью для сверточного пуансона, берется соответственно диаметру цилиндрической части последнего. Сверточный пуансон представляет собой цилиндрический стержень, состоящий из рабочей части, шейки и головки. Сверточный пуансон изготовляется из стали У12А и в целях повышения стойкости хромируется.

Матрица — комбинированного типа, т. е. ее рабочая часть состоит из цилиндрического пояска, являющегося вырубной матрицей, и сферической части, являющейся сверточной матрицей.

Наружная поверхность матрицы обычно коническая, что обеспечивает простое крепление и надежное центрирование. Материал матрицы — сталь У12А. Матрица имеет твердость R_C = =58—62; рабочая часть матрицы тщательно полируется и хромируется.

Некоторые заводы США вырубно-сверточную матрицу делают составной, как это показано на фиг. 80. Такое исполнение несколько облегчает процесс изготовления и может способствовать увеличению срока службы путем подбора соответствующего материала и замены элемента, подвергающегося более ускоренному износу. В качестве материала для вырубной части *1* составной матрицы используется сталь У10А с твердостью после термообработки R_C = =58—62, а для сверточной *2* — твердый сплав марки РЭ8.

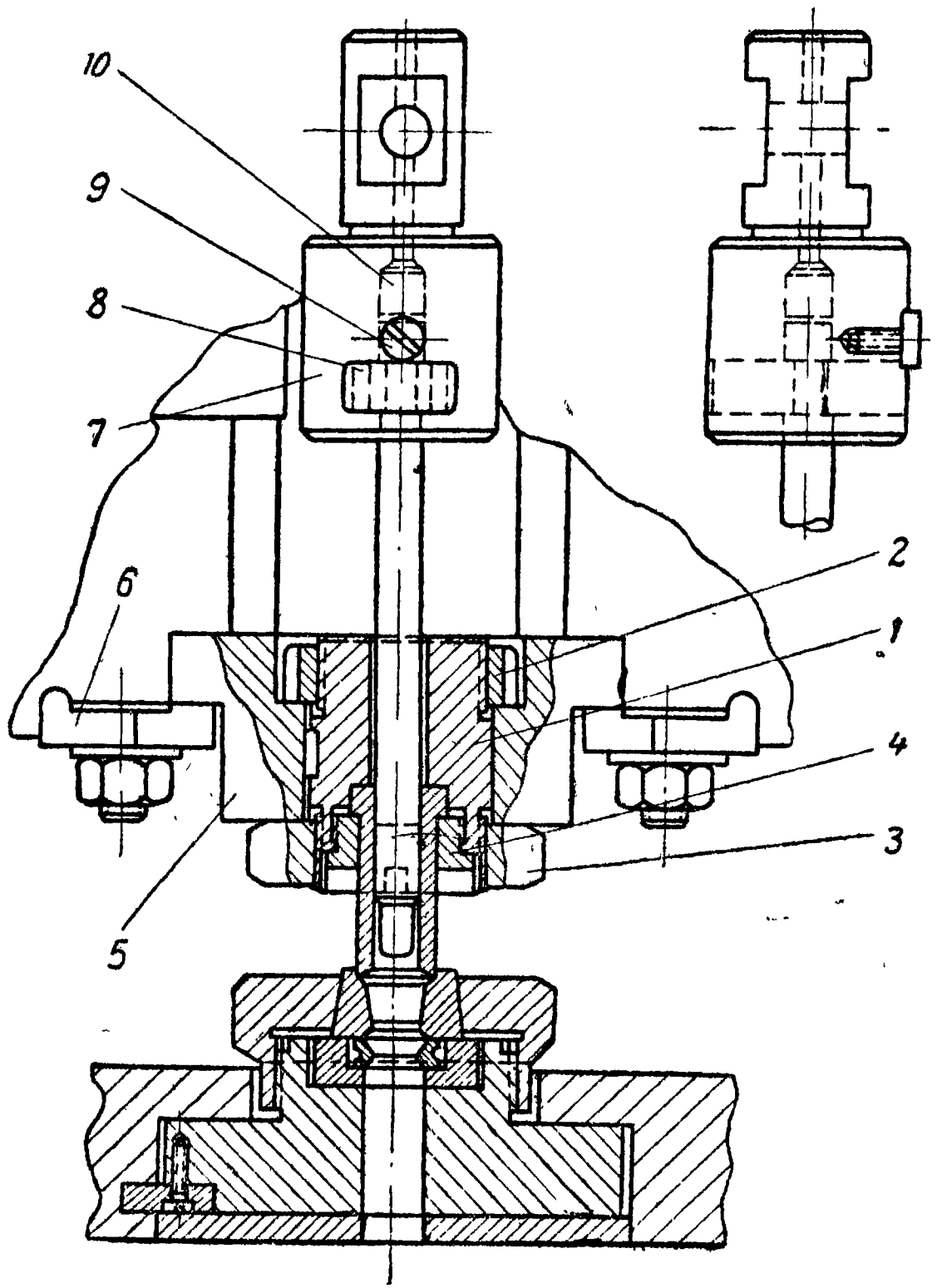


Фиг. 80. Составные вырубно-сверточные матрицы:
а—в исполнении заводов США; *б*—в исполнении заводов СССР.

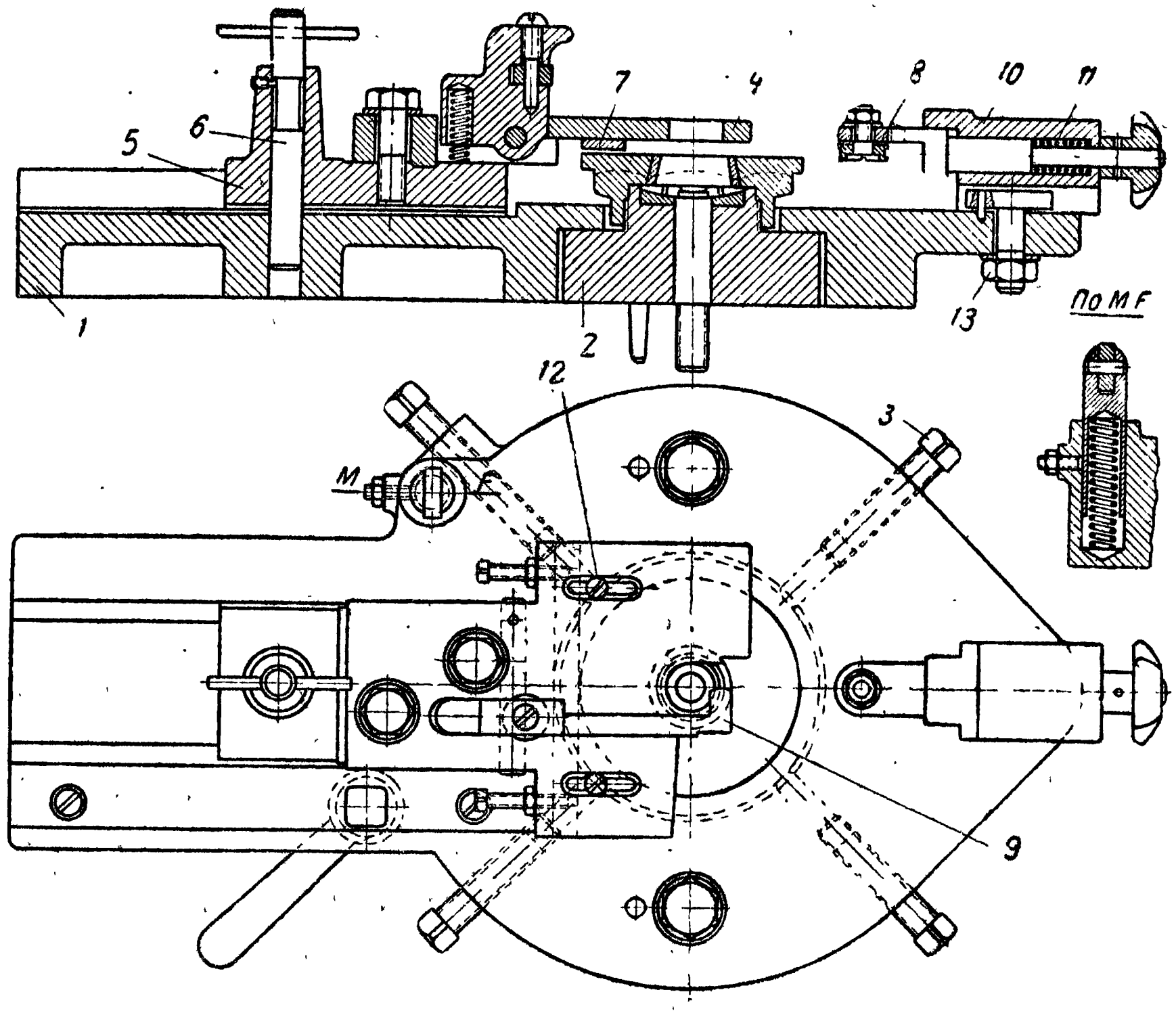
Крепление вырубно-сверточного инструмента (фиг. 81) зависит от наличного парка оборудования. Штамп, применяемый для однорядовой вырубки и свертки, состоит из двух самостоятельных колодок — верхней и нижней. Верхняя колодка соединена с ползунами пресса, а нижняя установлена на столе пресса.

Верхняя колодка состоит из патрона *1*, регулирующих гаек *2* и *3*, гайки *4*, удерживающей трубчатый вырубной пуансон в патроне, и корпуса колодки *5*, удерживаемой на ползуне пресса двумя прижимными скобами *6*.

Внутри трубчатого вырубного пуансона скользит сверточный пуан-



Фиг. 81. Крепление вырубно-сверточного инструмента для однорядовой вырубки и свертки.



Фиг. 82. Подушка для крепления вырубно-сверточной матрицы.

сон, закрепленный в патроне *7* ползуна пресса при помощи вилки *8* и винта *9*. Верхней частью сверточный пуансон упирается в закаленную стальную шашку *10,* что предохраняет патрон от смятия.

Патрон соединен с внутренним ползуном пресса, для чего он имеет соответствующие гнезда на хвостовике. Для смены вырубного пуансона необходимо отвинтить гайку и вынуть пуансон. Заменив пуансон и закрепив его гайкой *4,* регулируют патрон *1* по высоте, для чего используют гайки *2* и *3*.

Для замены сверточного пуансона достаточно вывернуть винт *9,* оттянуть клин-вилку *8,* после чего пуансон свободно выпадает через трубчатый вырубной пуансон. Процесс сборки производится в обратном порядке. Нижняя колодка состоит из двух узлов — подушки и колодки. Подушка (фиг. 82) предназначается для установки и регулировки колодки, несущей матрицу, установки съемника, направляющих линеек для полосы материала, державки для фиксирующего крючка и, наконец, ролика с амортизационной пружиной, обеспечивающей возвращение площадки рычага подачи в исходное положение.

Подушка *1*, как это и видно на рисунке, представляет собой чугунную отливку, устанавливаемую и закрепляемую на столе пресса. В расточку подушки устанавливается колодка с матрицей *2;* по отношению к пуансонам колодка регулируется и закрепляется четырьмя болтами *3*. Для съема полосы, остающейся, как правило, на вырубном пуансоне, предусмотрена съемная планка *4,* прикрепленная к ползушке *5*. Необходимость ползушки диктуется быстротой замены матрицы, находящейся ниже съемника. Для замены матрицы достаточно вытащить фиксатор *6* и отодвинуть ползушку *5* по специально выстроганному пазу.

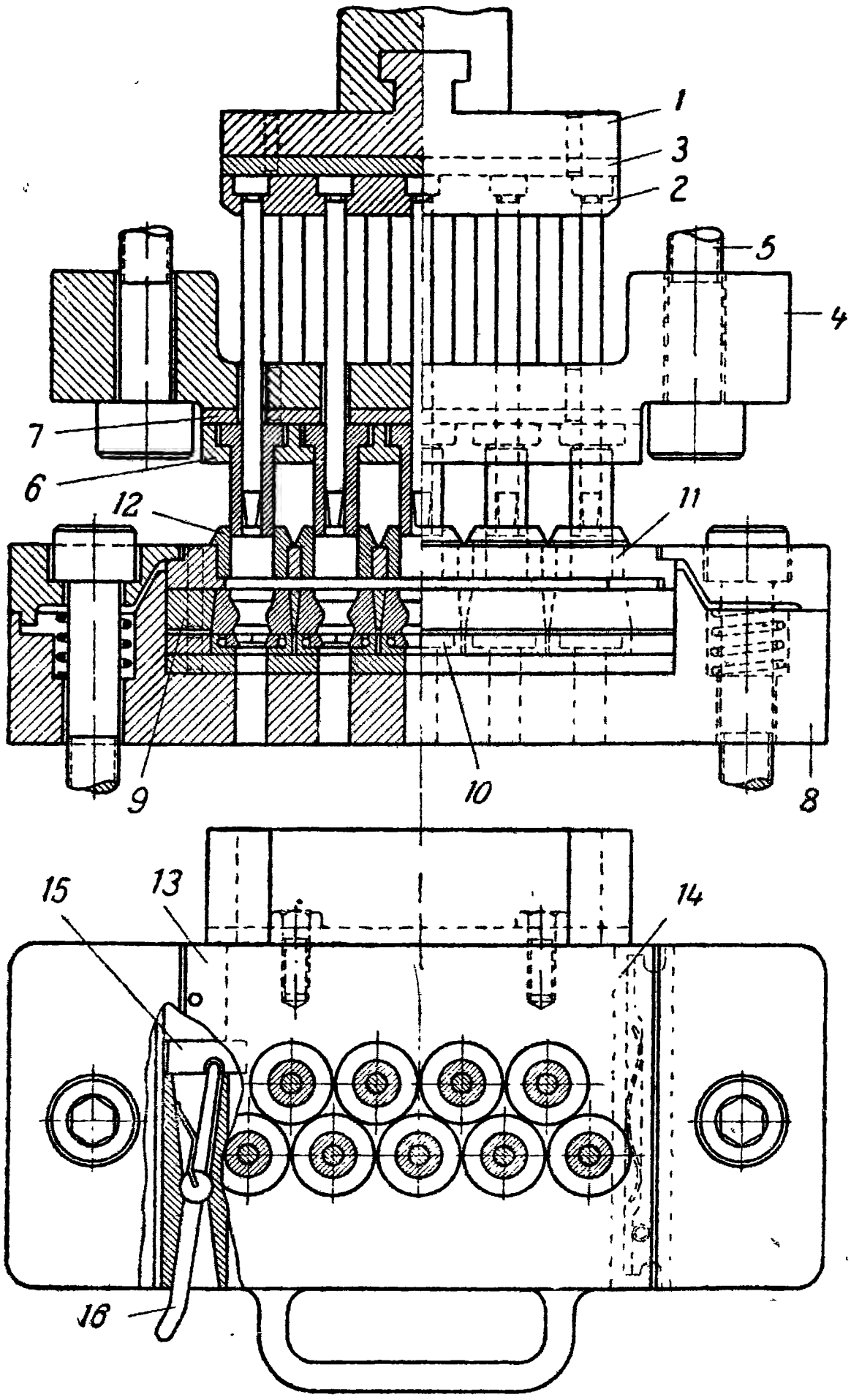
Для направления полосы материала имеются направляющая планка *7,* прикрепленная к нижней плоскости съемника *4,* и направляющий ролик *8,* установленный на специальной державке *9,* закрепленной в корпусе *10*. Державка *9* находится под постоянным действием пружины *11,* чем и обеспечивается постоянство поджима полосы к одной стороне, в данном случае — к неподвижной линейке *7*. Так как пресс предназначен для однорядной вырубки и свертки, а полосы взяты из расчета пятирядной, необходимо полосы перемещать в поперечном направлении; линейку *7* можно регулировать перемещением ее по двум пазам с последующим закреплением винтами *12*.

Помимо того, перемещается и корпус державки *9* с роликом по специальному пазу подушки с последующим затягиванием гайкой болта *13*.

Матрица устанавливается в колодке *2* и удерживается при помощи гайки. Удерживание, а вместе с тем и центрирование, происходит вследствие наличия наружного конуса на матрице и такой же расточки в гайке колодки.

Крепление второго типа (фиг. 83) применяется для многорядной вырубки и свертки. В верхней колодке закрепляются пуансоны, а в нижней, устанавливаемой на столе пресса, — матрицы. Верхняя колодка состоит из верхней плиты *1* с хвостовиком, закрепленным вилкой во внутреннем ползуне пресса, пуансонодержателя *2,* сверточных пуансонов и промежуточной закаленной плиты *3,* плиты *4,* соединенной с наружным ползуном пресса двумя болтами *5,* пуансонодержателя *6,* вырубных пуансонов и пластины *7*. Нижняя колодка состоит из подушки *8,* матрицедержателя *9,* плиты съемок *10,* съемника *11,* с направляющими втулками *12,* постоянной направляющей линей-

ки *13*, пружинной направляющей линейки *14*, обеспечивающей прижим полосы к одной стороне, и временного упора *15*, включаемого при заправке полосы рычагом *16* и выводимого им же из соприкосновения с торцом полосы после первого удара.



Фиг. 83. Штамп для многорядной вырубки и свертки.

Нижнюю колодку на столе пресса закрепляют болтами. Как в первом, так и во втором типе конструкции рабочего инструмента вырубки и свертки одинаковы.

При выборе размеров и профиля рабочих частей матриц и пуансонов следует руководствоваться правилами, изложенными ранее в главе «Вырубка и свертка».

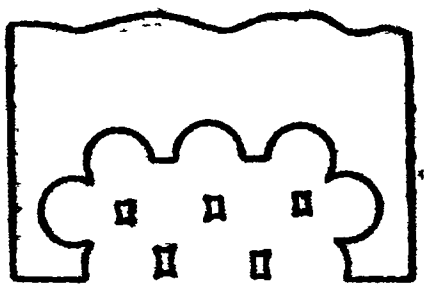
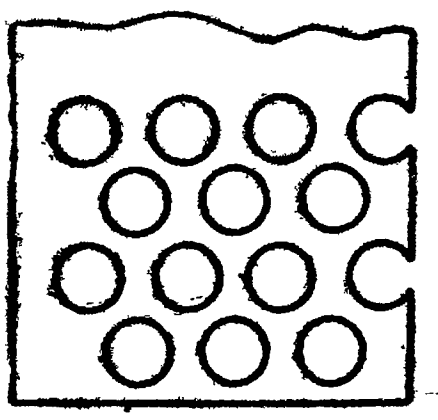
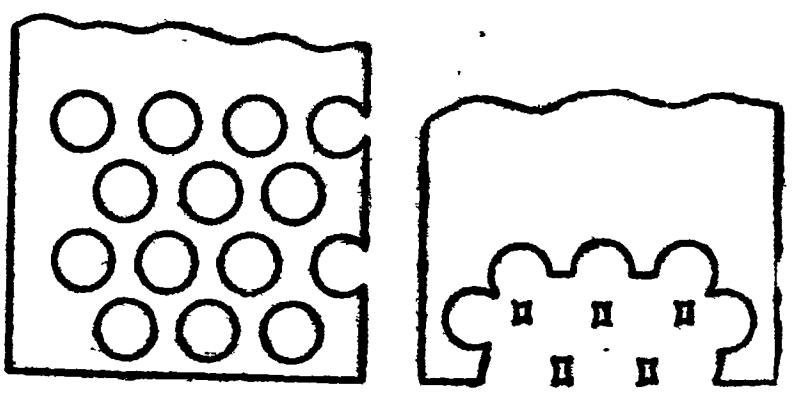
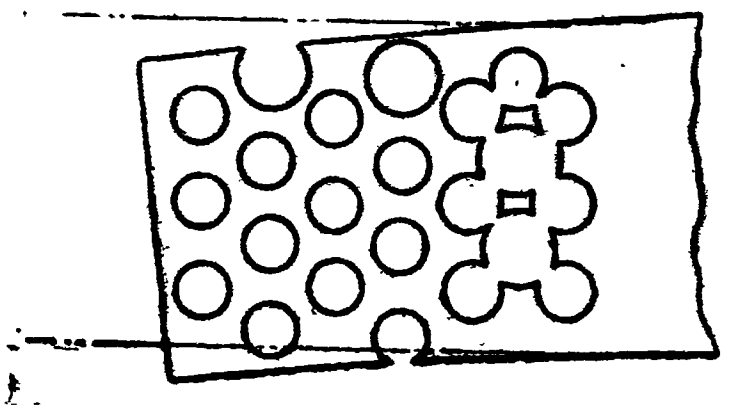
§ 3. Проверка точности и качества изделий при вырубке и свертке

Виды брака и причины их появления при изготовлении изделий указаны в табл. 41; что же касается точности изготовления и необходимого комплекта мерительного инструмента, — он аналогичен рассмотренному в главе «Свертка».

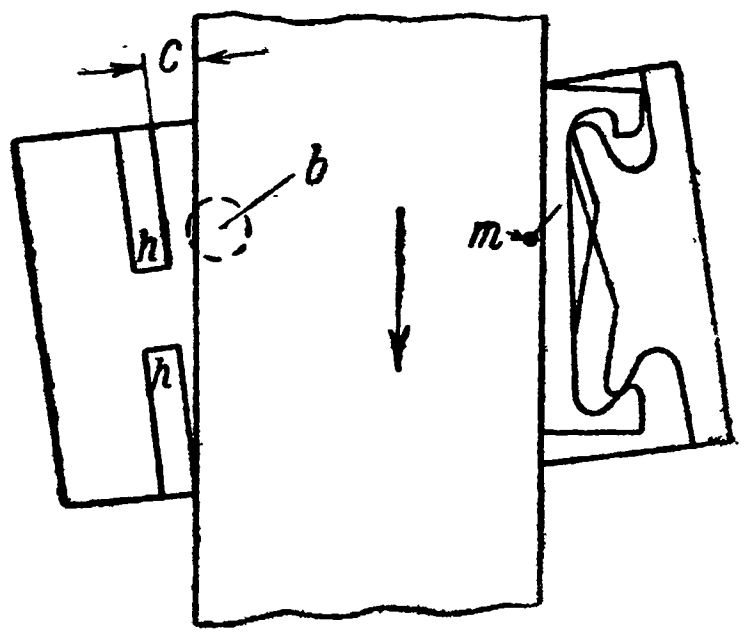
Таблица 41

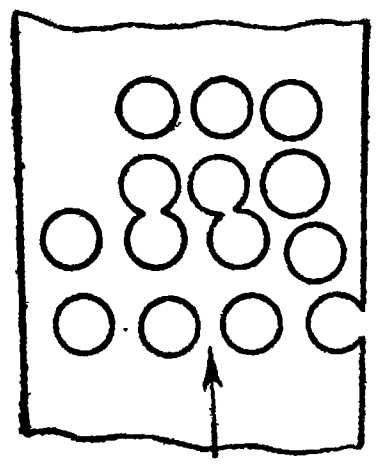
Виды брака при вырубке и свертке и причины их появления

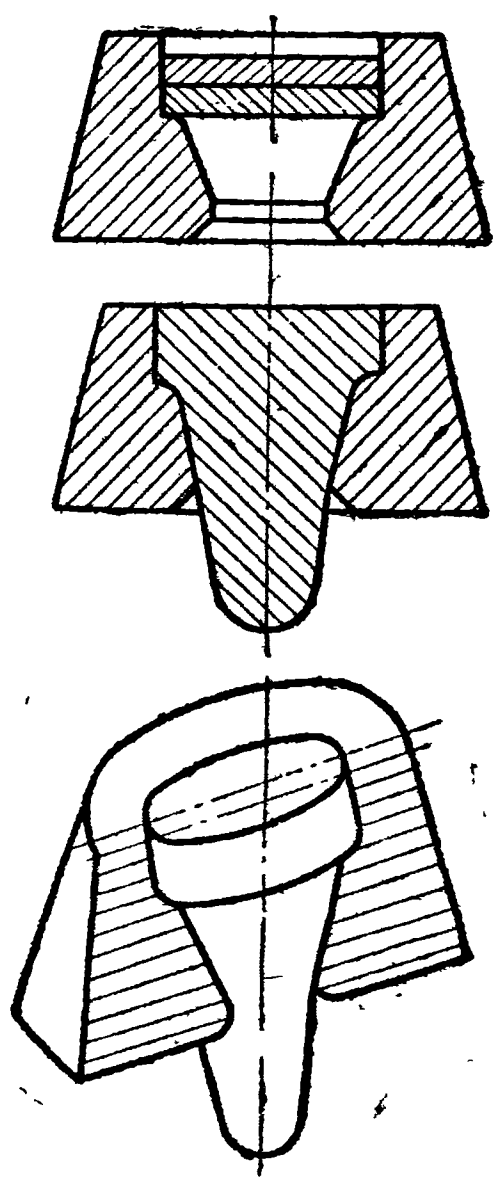
Виды брака	Причины брака
I. Колпачки бесформенные или с вырванным краем	1. Недоведение полосы до временного упора вследствие невнимательного отношения к работе
	2. Подача вновь заправляемой полосы непосредственно за выходящей без применения временного упора
	3. Некратность длины полосы числу подачи или косой срез конца полосы
II. Колпачки, имеющие большую косину или неправильно свернутые (бесформенные)	Застревание просечки в вырубной части матрицы и как следствие этого неправильное положение кружка относительно сверточного пуансона

Виды брака	Причины брака
III. Колпачки с вырванным краем или вытянутым соском	Неравномерная подача полосы, что вызывает появление просечки 
IV. Колпачки с вырванным краем и с засечками по кромке	Износ направляющих линеек у колодки с матрицами 
V. Колпачки бесформенные, с вырванным краем или с вытянутыми сосками	1. Узкая полоса, вызывающая просечки в поперечном направлении, широкая полоса — в продольном направлении 
	2. Пуск в производство серповидных полос, что затрудняет подачу и вызывает просечку 

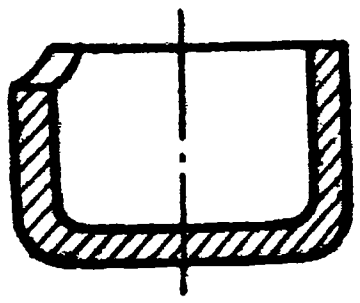
Виды брака	Причины брака
VI. Колпачки с вырванным краем или вытянутым соском	Колодка с матрицами по отношению к плоскости полосы установлена под углом. В начале работы перекос полосы не сказывается, но как только полоса выйдет из вальцов,—она давлением пружины направляющей линейки будет повернута и несколько кружков будет вырублено не по полному периметру
VII. Спрессованный бесформенный колпачок	Поломка сверточного пуансона вследствие: а) трещины при термической обработке на сверточном пуансоне в зоне перехода от рабочей части к направляющей; б) односторонней нагрузки при свертке кружка неполной формы. В результате производится работа только вырубным пуансоном и обломанным концом сверточного пуансона, что приводит не только к бесформенному колпачку, но иногда и к поломке инструмента или пресса

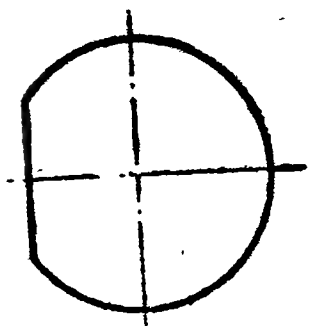


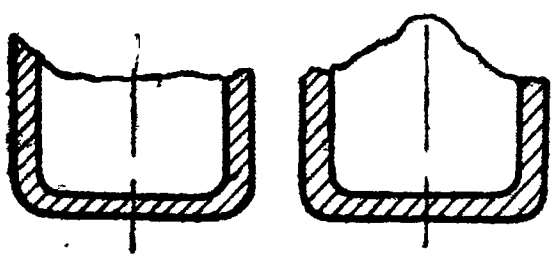


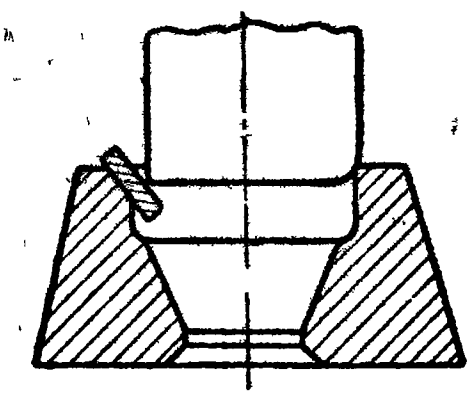


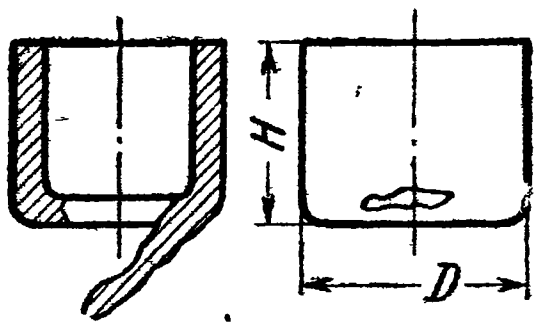
Виды брака	Причины брака
VIII. Колпачок с вырванным краем	Неполная вырубка кружка вследствие одной из причин, приведенных выше
IX. Колпачки с соском, т. е. с вытянутым краем	1. Выкрашивание края вырубного пуансона или матрицы
	2. Затягивание перемычки, оставленной между вырубленными кружками
X. Колпачки с обрывом дна или местными надрывами	Неправильная форма рабочей части матрицы или сверточного пуансона; радиус и угол сверточной части матрицы малы

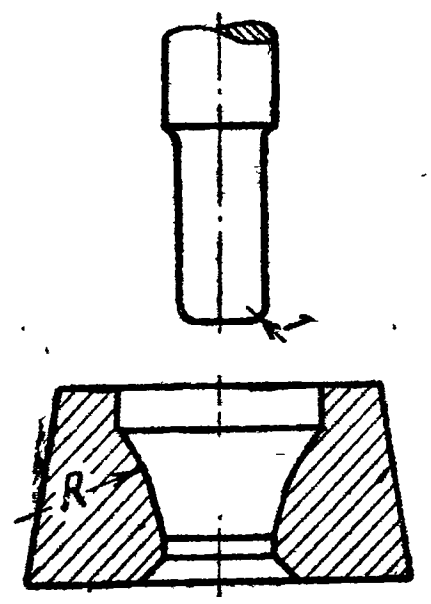


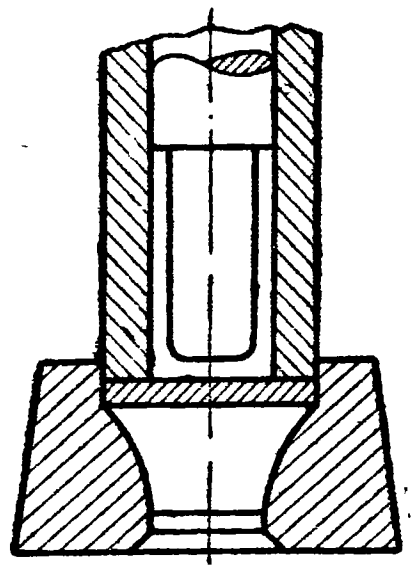
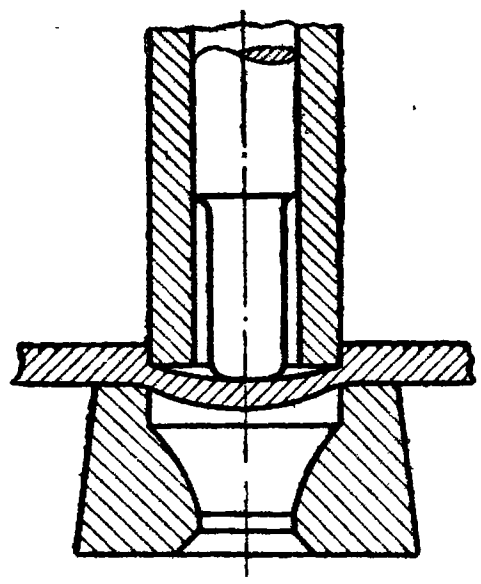


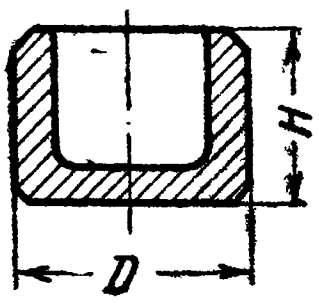
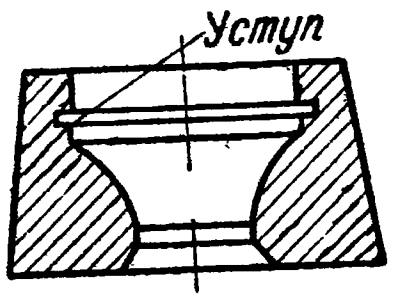
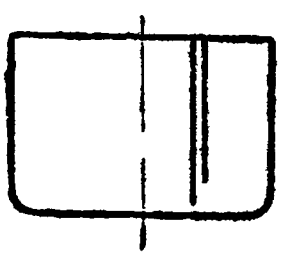
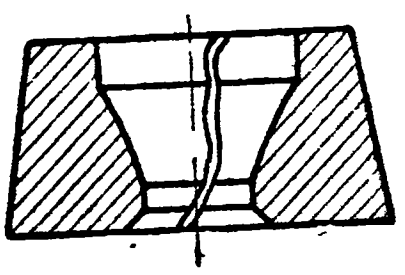




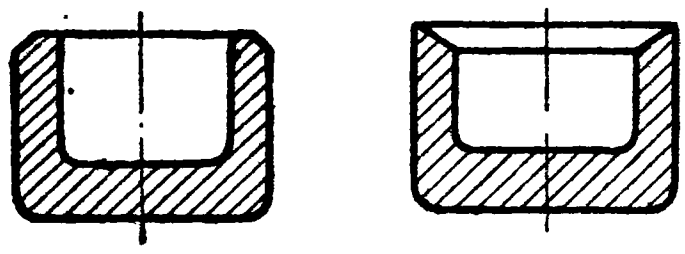
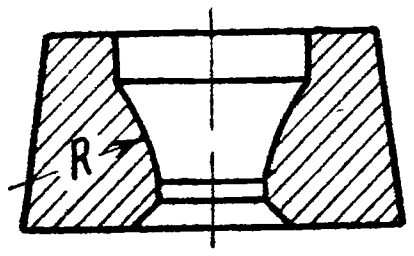
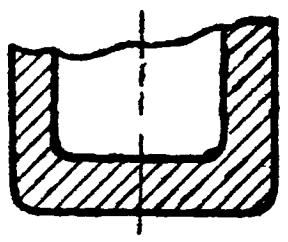
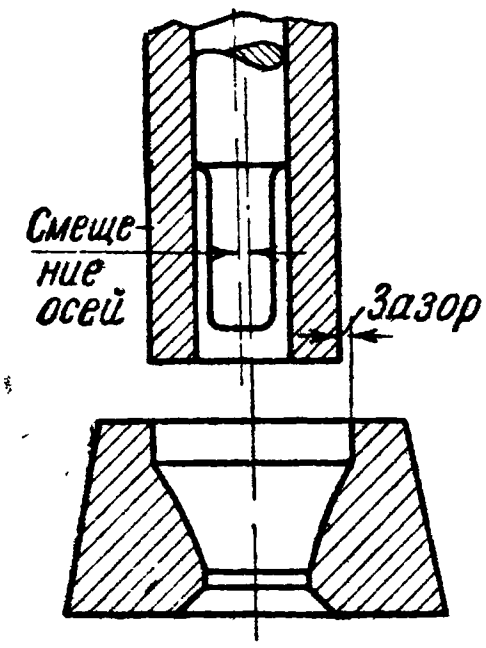
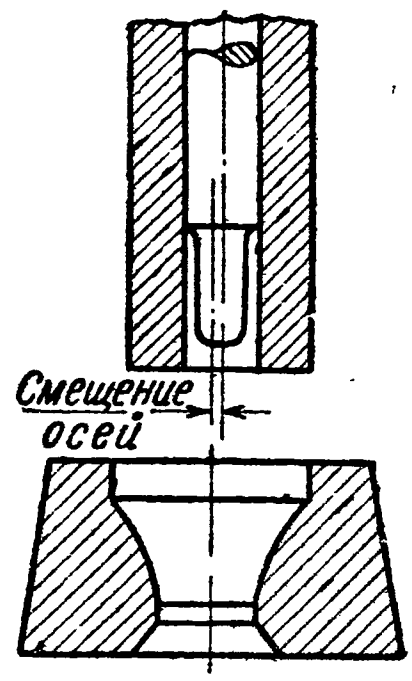




Виды брака	Причины брака
XI. Колпачки с местным надрывом дна в местах перехода от дна к стенке (обычно в зоне радиуса)	Сильный прижим вырубным пуансоном кружка к моменту начала работы сверточного пуансона 
XII. Колпачки с прорванным дном, надрывами в местах перехода от дна к стенке или с сильно вытянутой донной частью, имеющей значительную сферу и кольцевое утонение в нижней части колпачка.	Преждевременная работа сверточного пуансона (при длинном пуансоне) до окончания процесса вырубки 
XIII. Колпачки с фестонами. Колпачки с прорванным дном, надрывами в местах перехода от дна к стенке, с местным или кольцевым обрывом стенки	Отношение сопротивления разрыву вдоль полосы и под углом 45° в направлении проката больше 1,2
XIV. Колпачки с прорванным дном, надрывами в местах перехода от дна к стенке. Колпачки с местным или кольцевым обрывом стенки	Неудовлетворительное качество металла: а) мало относительное удлинение б) повышенная твердость для латуни >50 Роквелла, шкала B, биметалла >60 Роквелла, шкала B, стали >60 Роквелла, шкала B в) наличие крупного зерна для латуни $>0,12$, для биметалла и стали зерно феррита крупнее 5 баллов г) наличие цементной сетки и структурно-свободного цементита при вырубке и свертке из стали и биметалла д) наличие пластинчатого перлита при вырубке и свертке из стали и биметалла

Виды брака	Причины брака
	е) наличие полосчатости более 2 баллов при вырубке и свертке из стали и биметалла
XV. Колпачок с отрывающейся наружной кромкой	При наличии в вырубной части матрицы проточки для шлифовки образуется уступ, который врезается в кружок по окружности, оставляя отпечаток
	
	При свертывании кружка происходит скалывание металла и отделение в виде полного кольца или отрыва по части окружности
	Отделившиеся частицы остаются в матрице и дают отпечаток на поверхности колпака
XVI. Царапины и сдиры по боковой поверхности	1. Налипание металла на матрицу вследствие наличия мягких участков или трещин на рабочей поверхности матрицы
	2. Плохая полировка рабочей поверхности матрицы
	3. Нарушение хромового покрытия на рабочей части матрицы
	4. Загрязненная смазка
	5. Загрязненная поверхность полосы металла
	6. Отделение „козырьков" и засорение матрицы
XVII. Низкий колпак с риской	Лопнувшая матрица
	

Продолжение

Виды брака	Причины брака
XVIII. Неправильная форма торцевой поверхности колпачка 	Неправильный выбор радиусов на матрице 
XIX. Колпачок, имеющий разностенность и косину выше следующих величин  а) по разностенности	1. Несовпадение оси матрицы относительно вырубного и сверточного пуансонов за счет зазоров 
	2. Несовпадение осей матрицы и сверточного пуансона вследствие неконцентричности отверстия под сверточный пуансон в вырубном пуансоне 
	3. Матрица по отношению к пуансонам установлена с перекосом 4. Полоса материала по длине или ширине имеет разную толщину 5. Матрица или сверточный пуансон элептичны
XX. Неправильная высота колпака	1. Неправильный (мал) зазор между сверточным пуансоном и матрицей 2. Неправильные радиусы на сверточном пуансоне и матрице

а) по разностенности

$\frac{t}{d}$	0,08	0,1	0,15	0,2
Разностенность, *мм*	0,04	0,05	0,05	0,06

б) по косине

$\frac{h}{d}$	0,5	0,6	0,8	1,0
Косина, *мм*	0,7	0,8	0,9	1,0

где t — толщина стенки в средней части колпачка, *мм*
d — диаметр колпачка, *мм*
h — высота колпачка, *мм*

ГЛАВА VI

РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ И ЧИСЛА ВЫТЯЖЕК

§ 1. Понятие о наклепе

Наклепом называется упрочнение металла, полученное в результате пластической деформации на холоде.

В результате наклепа происходит:

1) изменение структуры,

2) изменение механических свойств.

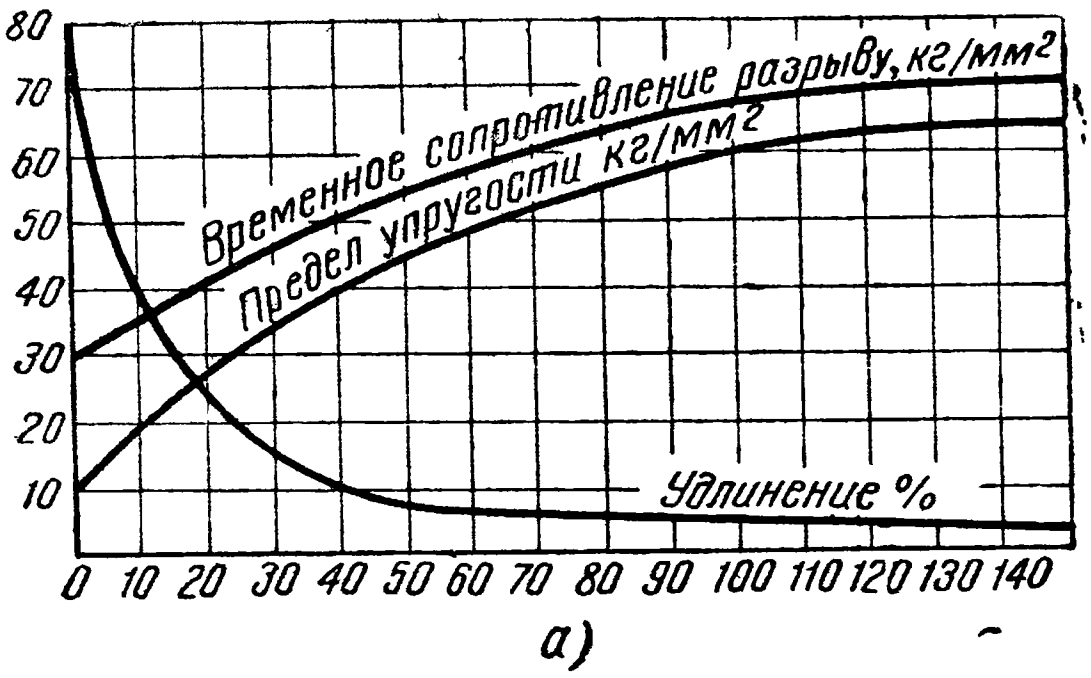
Изменение механических свойств латуни показано на фиг. 84,*а* и холоднокатаной гильзовой малоуглеродистой стали на фиг. 84,*б*.

Существует два способа измерения наклепа: по русской шкале

$$K_н = \frac{F-f}{F} \cdot 100$$

и по французской шкале

$$K_ф = \frac{F-f}{f} \cdot 100 = \frac{L-l}{l} 100,$$



Фиг. 84. Изменение механических свойств при наклепе:
а—латуни Л-70; *б*—стали с 0,15—0,2% углерода.

где $K_н$ — величина наклепа по русской шкале в процентах;
$K_ф$ — величина наклепа по французской шкале в процентах;
F — площадь поперечного сечения заготовки до деформации, *мм*²;
f — площадь поперечного сечения изделия после деформации, *мм*²;
L — длина изделия после деформации, *мм*;
l — длина заготовки до деформации, *мм*.

Перевод от $K_н$ к $K_ф$ и наоборот может быть произведен по формулам:

$$K_ф = \left(\frac{1}{1 - K_н} - 1\right) 100;$$

$$K_н = \left(1 - \frac{1}{K_ф + 1}\right) 100;$$

$$(1 - K_н)(1 + K_ф) \approx 1.$$

Помимо приведенных выше формул, дающих основную характеристику степени деформации при волочении прутков, труб и вытяжке полых изделий, существует еще ряд зависимостей, которые для удобства пользования сведены в табл. 42 и 43.

§ 2. Выбор величины наклепа при свертке и вытяжках

Выбор величины наклепа — одна из наиболее ответственных задач, решаемых технологом при проектировании технологического процесса и расчете размеров рабочего инструмента.

От величины наклепа зависят:

1. Качество выпускаемых изделий. Недостаточный наклеп по корпусу гильзы вызывает явление тугой экстракции, а повышенный — трещины и отрывы.

2. Длительность технологического цикла. Чем больше наклеп, тем меньше вытяжных операций, следовательно, и короче технологический цикл производства.

3. Стойкость инструмента. Чем больше наклеп, тем быстрее наступает износ инструмента.

4. Качество вытяжки и свертки. Чем больше наклеп, тем больше разностенность и косина вытягиваемых изделий, а следовательно, и больше расход металла на обрезку; кроме того, не исключена возможность появления обрывов и трещин как в процессе производства, так и в момент выстрела.

5. Число термических операций — при сокращении их улучшается качество изделий и уменьшается длительность цикла.

Числовые значения наклепов, принятых в действующих технологических процессах отечественных заводов, приводятся в табл. 44.

Теоретически возможный наклеп за один проход, определяемый из условия, что растягивающие напряжения, вызываемые действием пуансона, не должны превышать предела сопротивляемости материала деформированию, рассчитывается по формуле:

$$\sigma = P_m \left(1 + \frac{1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\right)\left[1 - \left(\frac{f_n}{f}\right)^{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\right].$$

Принимая $\sigma = P_m$ и упростив это выражение, получим:

$$1 = \left(1 + \frac{1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\right)\left[1 - \left(\frac{f_n}{f}\right)^{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\right].$$

Таблица 42

Степень деформации металла (наклеп) при волочении прутков и ее зависимость от коэфициента вытяжки, уменьшения сечения и т. д.

Определяемая величина	Обозначение	Зависимости выражены								
		d_o и d_1	s_o и s_1	l_o и l_1	m	k	σ	X	h	φ
Коэфициент вытяжки	m	$\frac{d_o^2}{d_1^2}$	$\frac{F}{f}$	$\frac{l_1}{l}$	m	$\frac{1}{\Sigma}$	$\frac{1}{1-K}$	$1+X$	$\left(\frac{1}{1-h}\right)^2$	$\frac{1}{\varphi^2}$
Коэфициент уменьшения сечения	Σ	$\frac{d_1^2}{d_o^2}$	$\frac{f}{F}$	$\frac{l_o}{l_1}$	$\frac{1}{m}$	Σ	$1-K$	$\frac{1}{1+X}$	$(1-h)^2$	φ^2
Относительное изменение сечения (наклеп)	K	$\frac{d_o^2-d_1^2}{d_o^2}$	$\frac{F_o-f}{F}$	$\frac{l_1-l_o}{l_1}$	$\frac{m-1}{m}$	$1-\Sigma$	K	$\frac{X}{1+X}$	$2h-h^2$	$1-\varphi^2$
Относительное удлинение	X	$\frac{d_o^2-d_1^2}{d_1^2}$	$\frac{F-f}{f}$	$\frac{l_1-l_o}{l_o}$	$m-1$	$\frac{1-\Sigma}{\Sigma}$	$\frac{K}{1-K}$	X	$\left(\frac{1}{1-h}\right)^2-1$	$\frac{1-\varphi^2}{\varphi^2}$
Съем	h	$\frac{d_o-d_1}{d_o}$	$1-\sqrt{\frac{f}{F}}$	$1-\sqrt{\frac{l_o}{l_1}}$	$1-\sqrt{\frac{1}{m}}$	$1-\sqrt{\Sigma}$	$1-\sqrt{1-K}$	$1-\sqrt{\frac{1}{1+X}}$	h	$1-\varphi$
Коэфициент съема	φ	$\frac{d_1}{d_o}$	$\sqrt{\frac{f}{F}}$	$\sqrt{\frac{l_o}{l_1}}$	$\sqrt{\frac{1}{m}}$	$\sqrt{\Sigma}$	$\sqrt{1-K}$	$\frac{1}{\sqrt{1+X}}$	$1-h$	φ

Таблица 43

Степень деформации (наклеп) при вытяжке, свертке, обжиме и штамповке полых изделий и ее зависимость от утонения стенок, изменения диаметра и т. д.

Определяемая величина	Обозначения	Формулы	
		по русской шкале	по французской шкале
Коэфициент свертки, вытяжки и обжима	m	$\frac{d_1}{d_к}; \frac{d_2}{d_1}; \frac{d_n}{d_{n-1}}$	$\frac{1}{m} = \frac{d_k}{d_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_{n-1}}{d_n}$
Наклеп при свертке, вытяжке и обжиме полых изделий вследствие изменения диаметра	K_I	$\left(1 - m\right)100 \approx \left(1 - \frac{d_n}{d_{n-1}}\right) 100$	$\left(\frac{1}{m} - 1\right) 100 = \left(\frac{d_{n-1}}{d_n} - 1\right) 100$
Наклеп при свертке, штамповке и вытяжке вследствие утонения стенок или изменения толщины дна	K_{II}	$\left(\frac{t_{n-1} - t_n}{t_{n-1}}\right) \cdot 100$	$\left(\frac{t_{n-1} - t_n}{t_n}\right) \cdot 100$
Наклеп при свертке и вытяжке от изменения диаметра и утонения стенок	K	$\left[\frac{1 - (d_{n-1} - t_{n-1})\, t_{n-1}}{(d_n - t_n)\, t_n}\right] = \frac{1 - d_{n-1}^{ср}\, t_{n-1}}{d_n^{ср}\, t_n} = 1 - m_{ср}\, \frac{t_{n-1}}{t_n}$	$\left[\frac{(d_n - t_n)\, t_n}{(d_{n-1} - t_{n-1})\, t_{n-1}} - 1\right] = \frac{d_n^{ср}}{d_{n-1}^{ср}}\, \frac{t_n}{t_{n-1}} - 1 = m_{ср}\, \frac{t_n}{t_{n-1}} - 1$

Зависимость между наклепом, получаемым при производстве одной операции, и общим наклепом для получения чертежных размеров в несколько операций	K_σ	$[1-(1-K'_н)(1-K''_н)\ldots(1-K^{(n)}_н)]\,100$	$[(K'_{ср}+1)(K''_{ср}+1)(K'''_{ср}+1)\ldots(K^{(n)}_{ср}+1)-1]\,100$
Зависимость между наклепом от первого прохода, второго прохода и суммарным наклепом	K_2	$\dfrac{K_\sigma-K_1}{1-K_1}$	$\dfrac{K_\sigma-K_1}{K_1+1}$
Коэфициент изменения сечения в зависимости от наклепа на одной операции и суммарный	Σ Σ_σ	$\left(1-\dfrac{K_н}{100}\right)=\dfrac{f_n}{F}$ $\left(1-\dfrac{K_\sigma}{100}\right)=\Sigma_1\Sigma_2\Sigma_n$	$\dfrac{1}{\dfrac{K_н}{100}+1}$ $\dfrac{1}{\dfrac{K_\sigma}{100}+1}=\Sigma_1\Sigma_2\ldots\Sigma_n$
Коэфициет изменения длины	Δ		$\dfrac{L}{l}=\dfrac{1}{\Sigma};\ \Delta\Sigma=1$

d_n — наружный диаметр заготовки, поступающий на вытяжку, *мм*;
d_{n-1} — наружный диаметр полуфабриката, полученный после производства операции, *мм*;
$d^в_n$ — внутренний диаметр заготовки, *мм*;
$d^в_{n-1}$ — внутренний диаметр полуфабриката, полученный после операции, *мм*;
t_{n-1} — толщина стенки до вытяжки, *мм*;
t_n — толщина стенки после вытяжки, *мм*;
F — площадь поперечного сечения заготовки до деформации, *мм*^{2};
f_n — площадь поперечного сечения изделия после деформации, *мм*^{2};
L — длина изделия после деформации, *мм*;
l — длина заготовки до деформации, *мм*;
$d^{ср}_n$ — средний диаметр полуфабриката, полученный после операции $\left(d^{ср}_n = d_n - t_n\right)$;
$d^{ср}_{n-1}$ — средний диаметр заготовки, поступающей на вытяжку $\left(d^{ср}_{n-1} = d^{ср}_{n-1} - t_{n-1}\right)$;
$m_{ср}$ — коэфициент изменения средних диаметров.

Примечание. В гильзовом и пульном производствах вытяжка осуществляется, главным образом, за счет уменьшения толщины стенок и, если рассматривать наклеп в зависимости от величины последних, то он будет незначительно меньше действительного. В дальнейшем основной формулой для расчета мы будем считать формулу для наклепа, рассчитанного по толщине стенок.

Таблица 44

Наклепы по действующим технологическим процессам патронных заводов (по русской шкале)

Наименование изделий	Операция	Числовые значения наклепов в процентах				
		наклеп от изменения диаметра	наклеп от утонения стенок		общий наклеп (по сечению)	
			верх	низ	верх	низ
I. Гильзы пистолетных патронов	Свертка	30—40	25—30	5—10	60—70	40—45
	Первая вытяжка	12—15	50—55	35—45	50—70	40—55
	Вторая „	5—10	40—50	20—30	50—60	20—40
	Третья „	4—6	30—40	20—30	35—45	20—40
II. Гильзы для ружейных патронов	Свертка	25—30	30—40	25—40	60—75	55—75
	Первая вытяжка	12—15	50—55	25—40	50—60	35—50
	Вторая „	7—10	50—55	20—30	50—60	20—40
	Третья „	5—6	45—50	20—30	35—45	20—40
	Четвертая „	5—6	45—55	5—7	40—50	5—10
III. Гильзы для крупнокалиберных патронов к пулеметам и противотанковым ружьям	Свертка	20—25	45—50	40—45	60—80	60—75
	Первая вытяжка	10—15	40—45	25—40	50—60	35—50
	Вторая „	8—10	50—60	25—35	60—70	35—45
	Третья „	5—7	35—55	15—20	40—60	20—25
	Четвертая „	До 5	15—35	8—12	20—40	10—15
IV. Оболочка пуль пистолетных и ружейных патронов	Свертка	40—50	10—30	До 5	50—65	45—55
	Первая вытяжка	5—30	10—40	10—35	30—55	30—60
	Вторая „	15—25	10—20	10—35	25—45	30—60
V. Оболочки пуль крупнокалиберных патронов для пулеметов и противотанковых ружей	Свертка	40—50	5—10	До 5	50—60	45—55
	Первая вытяжка	20—25	12—20	15—20	35—45	35—45
	Вторая „	10—20	10—35	До 10	25—60	10—30
	Третья „	До 10	До 10	До 5	До 20	До 15
VI. Стаканчики для составов	Свертка	40—50	10—15	До 5	60—70	До 50
	Первая вытяжка	20—25	40—55	До 3	60—80	До 30

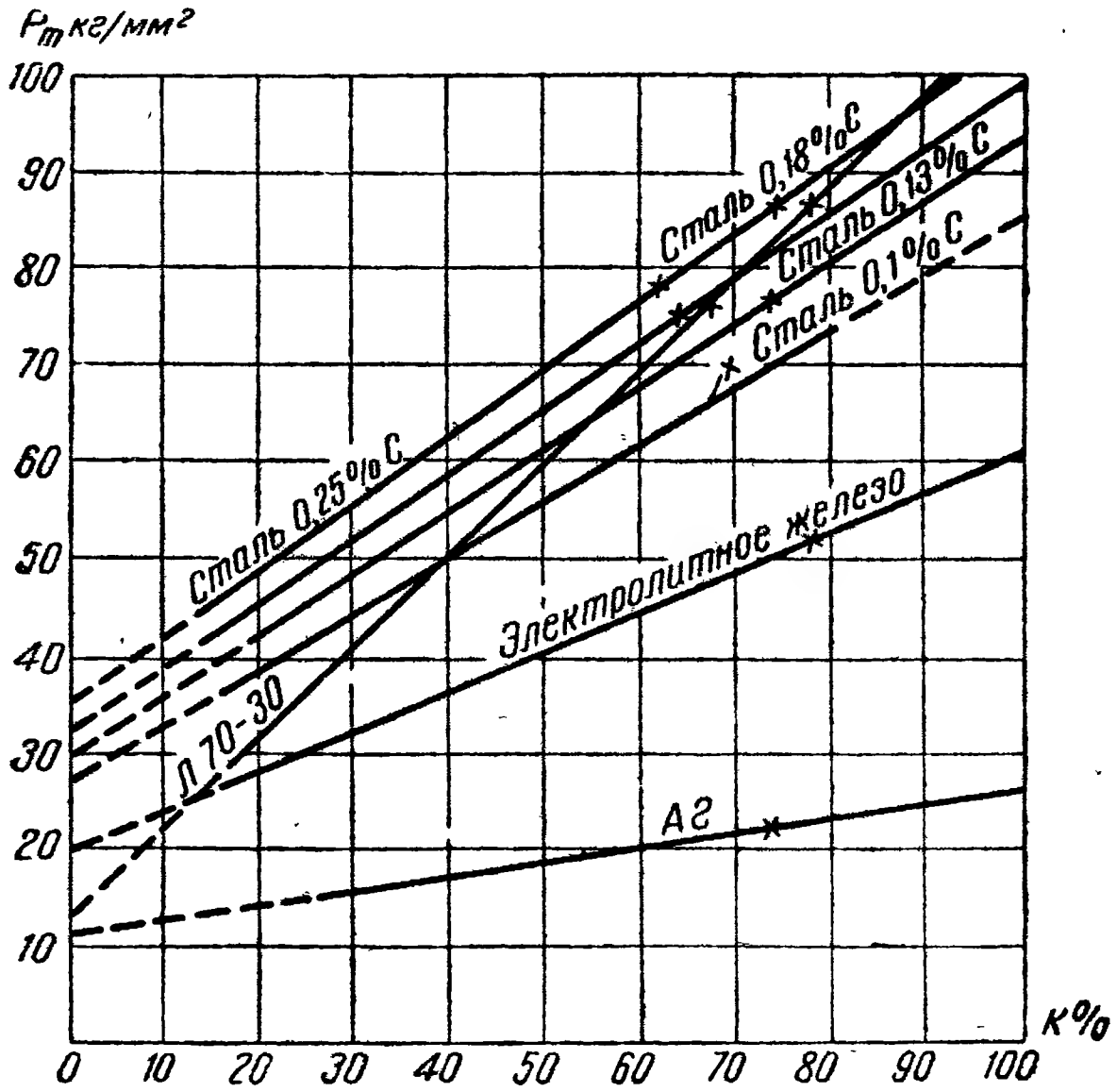
Обозначая $\frac{f_n}{f}$ через Σ и решая относительно $K_н$ или $K_ф$, полагая, что $\Sigma = 1 - K_н$ и $\Sigma = \frac{1}{K_ф + 1}$, имеем:

$$\lg\left(1 - \frac{K_н}{100}\right) = \lg\left\{\frac{1}{\frac{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha} + 1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}}\right\} \quad \text{и} \quad \lg\frac{1}{\frac{K_ф}{100} + 1} = \lg\left\{\frac{1}{\frac{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha} + 1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}}\right\},$$

где P_m — предел сопротивляемости при данном наклепе (берется по фиг. 85);

μ — коэфициент внешнего трения, принимаемый для материалов патронной промышленности 0,01÷0,015;
α — угол конуса матрицы;
f — сечение заготовки до деформации;
f_n — сечение изделия после деформации.

Если изделие вытягивается за два и более проходов без промежуточных отжигов, восстанавливающих потерянные при деформации пластические свойства, то расчет как суммарного максимально допусти-



Фиг. 85. Диаграмма истинных напряжений по Губкину.

мого наклепа, так и наклепа за второй проход производится в следующей последовательности.

Возможный наклеп за один проход определяют по формуле:

$$\lg(1-K_1)=\lg\frac{\frac{1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}+1}}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}.$$

Затем задаемся суммарным наклепом за два прохода K_σ, который больше K_1 на 5÷10%; определяем наклеп второго прохода по формуле:

$$K_2=\frac{K_\sigma-K_1}{1-K_1}$$

и удельное давление истечения R:

$$R=P_{m\sigma}\frac{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}+1}{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\left[1-(1-K_2)^{\frac{2\mu}{\operatorname{tg}\alpha}}\right].$$

Если полученное значение R значительно меньше P_{mi} (истинного сопротивления разрыву), то наклеп K_σ можно увеличить, а если больше —

уменьшить. При дальнейшем увеличении числа проходов поступаем аналогично, приняв второй проход за первый с последующей проверкой.

Заметим, что сечение с достаточной для практики точностью может быть заменено толщинами стенок.

Расчет по этим формулам показывает, что максимальные значения наклепов для первого прохода латуни 70/230, биметалла 60/150 и для второго прохода латуни 80/350, биметалла и стали 75/300.

§ 3. Расчет диаметра заготовки для изделий, получаемых вытяжкой

Для изготовления из полосового материала методами вытяжки гильз, пульных оболочек, стаканчиков, трубчатых сердечников и других изделий, имеющих форму тела вращения, заготовка берется в виде кружка. Расчет диаметра кружка основан на равенстве:

1) поверхностей заготовки и изделия;
2) объема заготовки и изделия;
3) весов заготовки и изделия.

РАСЧЕТ ПО СПОСОБУ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А. Изделия с простой геометрической формой

Этот способ расчета диаметра кружка, т. е. способ равенства поверхностей заготовки и изделия, применяется для изделий, имеющих одинаковую толщину стенок и дна.

Если вытягиваемое изделие имеет форму, которая может быть разделена на элементарные геометрические поверхности, расчет производится по формуле:

$$\frac{\pi D_k^2}{4} = \alpha (M_1 + M_2 + M_3 + \ldots + M_n) = \alpha \Sigma M_n,$$

откуда

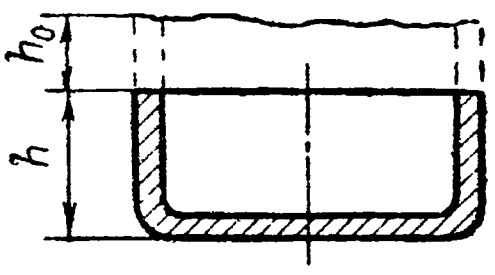
$$D_k = \sqrt{\frac{4}{\pi} \Sigma M_n} \sqrt{\alpha},$$

где M_1, M_2, M_3 ... M_n — элементарные геометрические поверхности, из которых состоит изделие, определяемые по табл. 45;

ΣM_n — сумма элементарных поверхностей;

α — коэфициент, учитывающий утонение при свертке кружка в колпачок; для упрощения расчета допускаем $\alpha = 1$, тогда

$$\boxed{D_k = \sqrt{\frac{4}{\pi} \Sigma M_n}.}$$



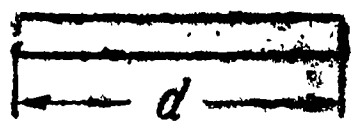
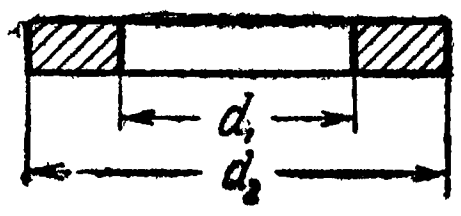
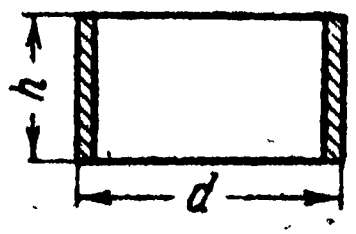
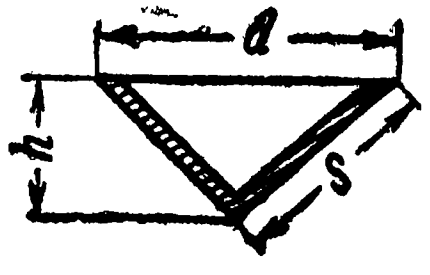
Фиг. 86. Величина припуска на обрезку после вытяжки.

Для получения цилиндрического гладкого изделия с ровным краем, т. е. с последующей обрезкой, нужно к заданной по чертежу высоте изделия h (фиг. 86) прибавить величину припуска h_0 и расчет диаметра заготовки вести по увеличенной высоте, т. е. $H = h + h_0$ (фиг. 86).

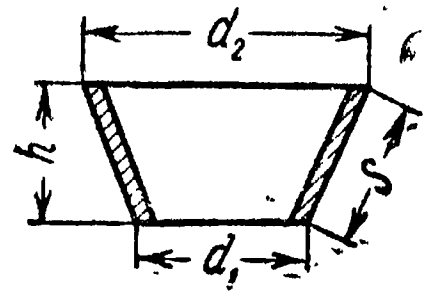
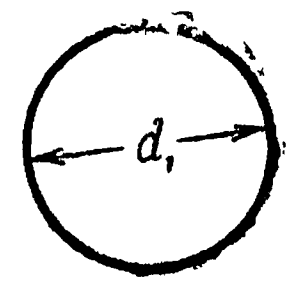
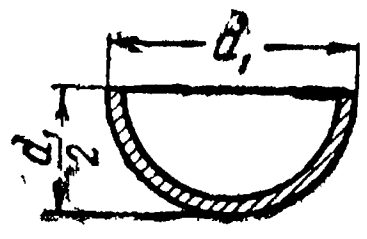
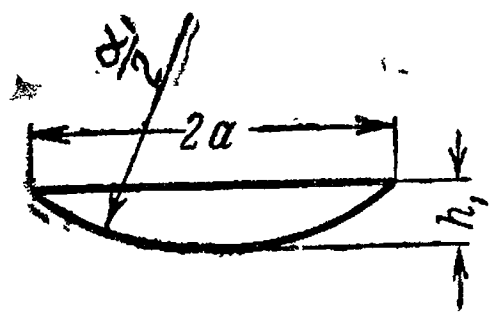
Значения припуска на обрезку края h_0 в зависимости от высоты изделия h приведены в табл. 46.

Таблица 15

Формулы для расчета поверхностей элементарной формы

Форма	Поверхность M_n	Диаметр заготовки
	$M = \frac{\pi}{4} d^2$	$D = d$
	$M = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$	$D = \sqrt{d_2^2 - d_1^2}$
	$M = \pi dh$	$D = \sqrt{4dh}$
	$M = \frac{\pi}{4} d_1 \sqrt{d^2 + 4h^2} = \pi \frac{d}{2} S$	$D = \sqrt{d\sqrt{d^2 + 4h^2}} = \sqrt{2dS}$

Продолжение

Форма	Поверхность M_n	Диаметр заготовки
	$M = \frac{\pi}{4}\sqrt{(d_2 - d_1)^2 + 4h^2}(d_2 + d_1) = \frac{\pi S}{2}(d_2 + d_1)$	$D = \sqrt{(d_2 + d_1)\sqrt{(d_2 - d_1)^2 + 4h^2}} = \sqrt{2S(d_2 + d_1)}$
	$M = \pi d_1^2$	$D = 2d_1$
	$M = \frac{\pi}{2} d_1^2$	$D = d_1\sqrt{2}$
	$M = \pi d_1 h_1$	$D = 2\sqrt{d_1 h_1}$

Продолжение

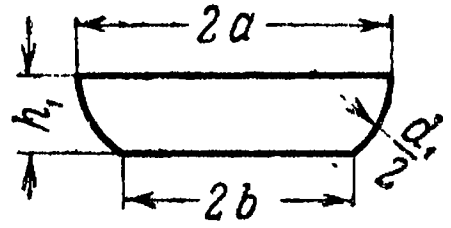
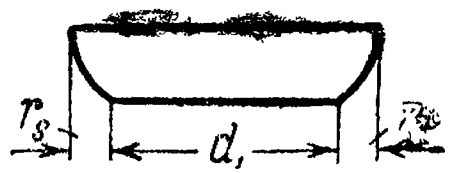
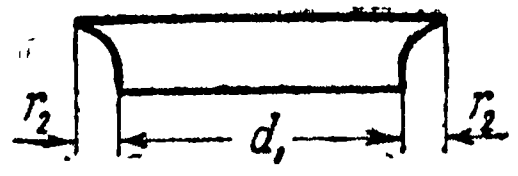
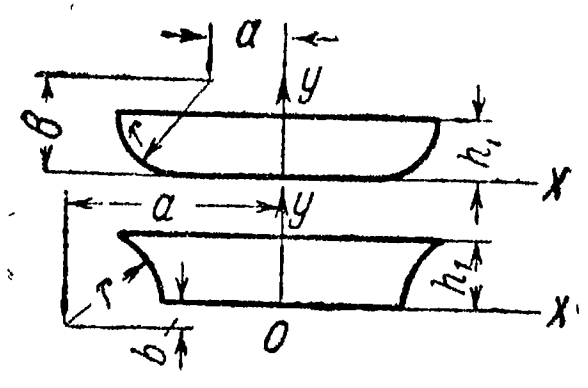
Форма	Поверхность M_n	Диаметр заготовки
	$M = \pi d_1 h$	$D = 2\sqrt{d_1 h_1}$
	$M = \frac{\pi}{2}(\pi d_1 + 4r_s) r_s$	$D = \sqrt{2\pi r_s d_1 + 8 r_s^2}$
	$M = \frac{\pi}{2}[\pi d_1 r_z + 2(\pi - 2) r_z^2]$	$D = \sqrt{2\pi d_1 r_z + 4(\pi - 2) r_z^2}$
	$M = 2\pi r \left(a \arcsin \frac{y-b}{r} + y \right)\Big\|_{y_1=0}^{y_2=h}$	$D = \sqrt{8r \left(a \arcsin \frac{y-b}{r} + y \right)\Big\|_{y_1=0}^{y_2=h}}$

Таблица 46

Размеры припуска на обрезку h_0 для изделий с одинаковой толщиной стенок и дна

Высота изделия h, *мм*	6	12	20	25	38	50	65	75	90	100	125	150
Размер припуска h_0, *мм*	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,5	6,5

Потери (отходы) при изготовлении гильз, пульных оболочек, стаканчиков и т. д.

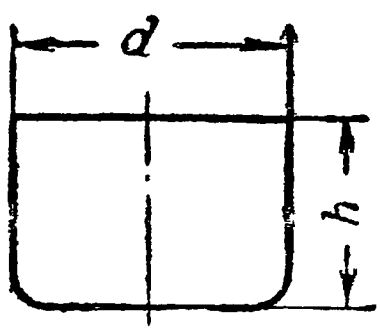
Тип потерь	Величины потерь					
	пистолетные гильзы калибра до 9 *мм*	ружейн. гильзы калибра до 9 *мм*	гильзы калибра 12—23 *мм*	пульные оболочки калибра <8 *мм*	пульные оболочки калибра >8 *мм*	стаканчики
Обрезка вытяжек	5—6	10—13	12—15	15—20	15—20	15—20
Обточка и образование шляпки	6—7	3—3,5	3—4	—	—	—
Образование затравочных отверстий	0,5	0,5	0,5	—	—	—
Подрезка дульца	2—3	—	2—3	—	—	—
Удар при термообработке	0,6	0,3—0,5	0,3—0,5	0,02	0,4	0,2
Средняя величина потерь	14—16	15—17	18—22	15—20	15—20	15—20

Б. Упрощенный способ определения диаметра заготовки при вытяжке изделий, имеющих одинаковую толщину стенок и дна

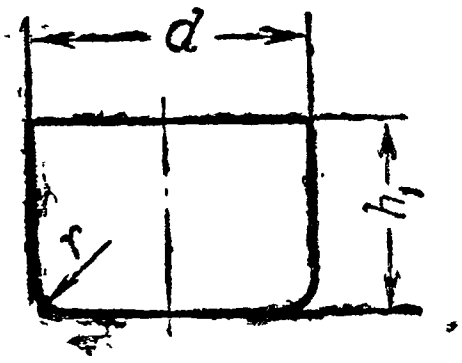
1. Вытяжка цилиндра (фиг. 87). Вытяжку цилиндра рассчитывают по формуле

$$D = d + Kh,$$

где D — диаметр заготовки, *мм;*
d — диаметр цилиндра, *мм;*
h — высота цилиндра, *мм;*
K — коэфициент по табл. 47.



Фиг. 87. Колпачок.



Фиг. 88. Колпачок с закруглением у дна.

2. Вытяжка цилиндра с закруглением у дна (фиг. 88). Цилиндр с закруглением у дна преобразуют в обыкновен-

Таблица

Значение K при упрощенном определении диаметра заготовки

$\frac{d}{h}$	K	$\frac{d}{h}$	K	$\frac{d}{h}$	K	$\frac{d}{h}$	K
0,3	0,84	1,7	1,41	3,2	1,60	8,0	1,80
0,4	0,93	1,8	1,43	3,4	1,62	9,0	1,82
0,5	1,00	1,9	1,45	3,6	1,63	10,0	1,83
0,6	1,06	2,0	1,47	3,8	1,65	11,0	1,85
0,7	1,11	2,1	1,48	4,0	1,66	12,0	1,86
0,8	1,16	2,2	1,49	4,2	1,67	13,0	1,87
0,9	1,20	2,3	1,51	4,4	1,68	14,0	1,87
1,0	1,24	2,4	1,52	4,6	1,69	15,0	1,88
1,1	1,27	2,5	1,53	4,8	1,70	16,0	1,89
1,2	1,30	2,6	1,54	5,0	1,71	17,0	1,89
1,3	1,33	2,7	1,55	5,5	1,73	18,0	1,90
1,4	1,55	2,8	1,57	6,0	1,75	19,0	1,90
1,5	1,37	2,9	1,58	6,5	1,76	20,0	1,91
1,6	1,39	3,0	1,59	7,0	1,76		

ный цилиндр (фиг. 87), но с тем же диаметром и той же поверхностью.

Высоту h нового исправленного цилиндра находят по формуле:

$$\boxed{h = h_1 - 0{,}43r.}$$

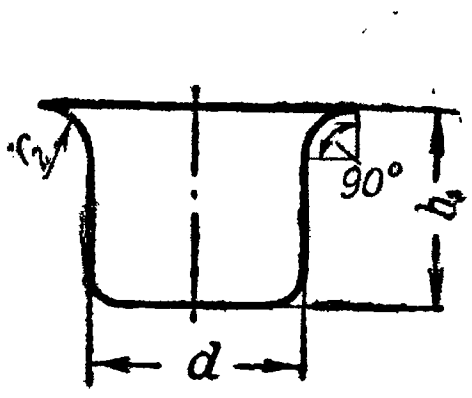
Диаметр заготовки определяют по формуле

$$D = d + Kh,$$

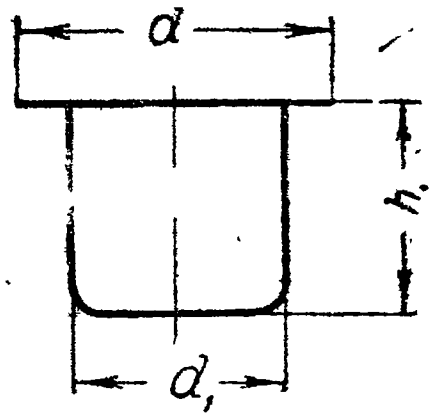
подставляя в нее исправленную высоту цилиндра h.

Примечание. При толщине материала свыше 1 *мм* размеры берут по средней линии контура вытягиваемого цилиндра.

3. Вытяжка цилиндра с закруглением сверху (фиг. 89). Как и в предыдущем случае, изделие преобразуют в обыкновенный цилиндр.



Фиг. 89. Колпачок с закруглением верхней кромки.



Фиг. 90. Колпачок с фланцем.

Высоту h нового исправленного цилиндра находят по формуле:

$$\boxed{h = h_1 + xr_1.}$$

Коэфициент x определяют по табл. 48.

Установив исправленную высоту h, определяют диаметр заготовки по формуле:

$$D = d + Kh.$$

4. Вытяжка цилиндра с фланцем (фиг. 90). Для определения диаметра заготовки с фланцем находят исправленную высо-

Таблица 48

Значение x

$\frac{r^2}{d}$	x	$\frac{r^2}{d}$	x
0,05	0,58	0,30	0,91
0,10	0,68	0,35	0,97
0,15	0,74	0,40	1,02
0,20	0,80	0,45	1,08
0,25	0,85	0,50	1,14

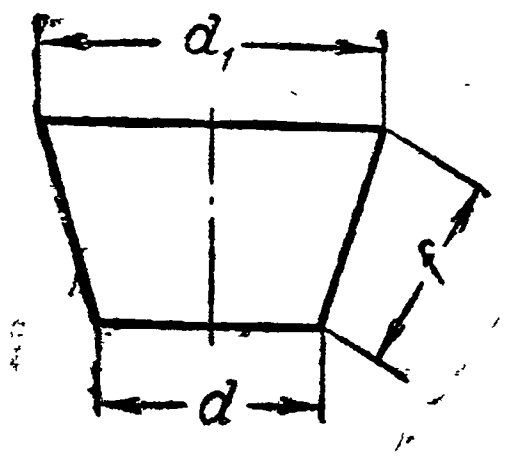
ту h простого цилиндра с диаметром и той же поверхностью по формуле:

$$h = \frac{d_1 h_1}{d}.$$

Затем по исправленной высоте h и диаметру d находят диаметр заготовки по формуле:

$$D = d + Kh.$$

5. Вытяжка усеченного конуса с дном (фиг. 91). На-



Фиг. 91. Колпачок в виде усеченного конуса.

ходят исправленную высоту простого цилиндра с диаметром d и той же поверхностью по формуле:

$$h = 0{,}5f\left(1 + \frac{d_1}{d}\right).$$

По найденной высоте h и диаметру d определяют диаметр заготовки по формуле:

$$D = d + kh.$$

Пример. Определить размер заготовки для изделия, имеющего форму усеченного конуса с дном (фиг. 91):

$d = 40$ *мм*; $d_1 = 110$ *мм*; $f = 70$ *мм*;

$$h = 0{,}5 \cdot 70\left(1 + \frac{110}{40}\right) = 131{,}25 \text{ мм}.$$

K по табл. 47 берется 0,84.

$D = 40 + 0{,}84 \cdot 131{,}25 = 150{,}25$ *мм*.

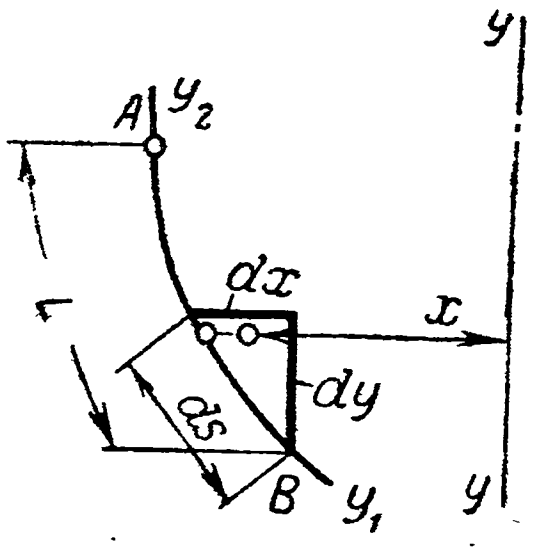
Для этого же изделия расчет по точной формуле, составленной по табл. 45, дает

$$D = \sqrt{d^2 + 2f(d + d_1)} = \sqrt{40^2 + 2{,}70(40 + 110)} = \sqrt{22\,600} = 150{,}33 \text{ мм}.$$

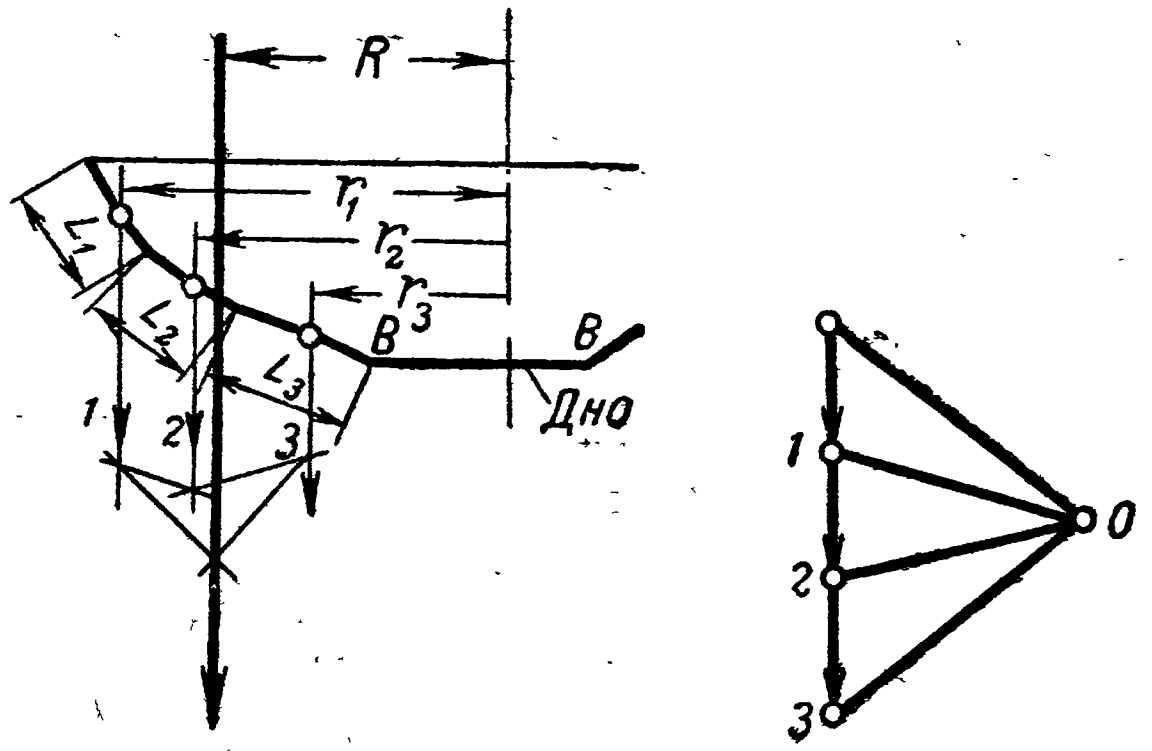
Сопоставление расчетов показывает, что точность результатов одинакова.

В. Расчет заготовки для изделий с криволинейной образующей

В тех случаях, когда изделие имеет форму тела вращения, образованного кривой (фиг. 92), для расчета его пользуются правилом Гюльден-Папуса, согласно которому поверхность тела вращения, образованного кривой произвольной формы, при вращении вокруг оси равна произведению



Фиг. 92. Тело вращения с криволинейной образующей.



Фиг. 93. Графический расчет поверхности тела вращения.

длины образующей на длину окружности, описываемой центром тяжести образующей, т. е.

$$M_n = 2\pi L x,$$

где x — расстояние от оси до центра тяжести образующей, *мм;*
L — длина образующей, *мм.*

Зная M_n, можно найти D по известной нам формуле:

$$D_k = \sqrt{\frac{4}{\pi}\Sigma M_n}.$$

Если кривая, вращением которой около оси образовано изделие, известна, задача может быть упрощена путем интегрального исчисления.

Поверхность, описываемая элементом кривой, будет иметь величину $dM = 2\pi x ds$, а поверхность, описываемая всей кривой, ординаты начальной и конечной точки которой Y_1 и Y_2, — величину

$$M = \int dM = 2\pi \int_{y_1}^{y_2} x ds = 2\pi \int_{y_1}^{y_2} x \sqrt{dx^2 + dy^2};$$

$$M = 2\pi \int_{y_1}^{y_2} x \sqrt{1 + \left(\frac{dx}{dy}\right)^2} dy;$$

$$D_k = \sqrt{\frac{4}{\pi}\Sigma M_n}.$$

В ряде случаев аналитические расчеты с достаточной для практики точностью могут быть заменены графическим способом расчета. При этом образующую изделия (фиг. 93) нужно разбить на участки,

для которых найти центры тяжести, а затем правилом веревочного многоугольника определить положение R центра тяжести образующей L. По формуле

$$M_n = 2\pi LR$$

найдем поверхность M_n, значение которой и подставим в формулу расчета диаметра заготовки.

Г. Расчет по способу объемов или весов

Расчет диаметра кружка по способу равенства объемов и весов заготовки и изделия применяется для изделий, имеющих разную толщину стенок и дна, и в практике патронной промышленности является основным.

Основной формулой для расчета диаметра кружка в этом случае будет

$$D_k = \sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{V_з}{a}} = \sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{G_з}{a\gamma}},$$

где γ — удельный вес;

a — толщина материала;

$V_з$ — объем заготовочного кружка;

$G_з$ — вес заготовочного кружка.

Объем или вес заготовки определяются по формулам:

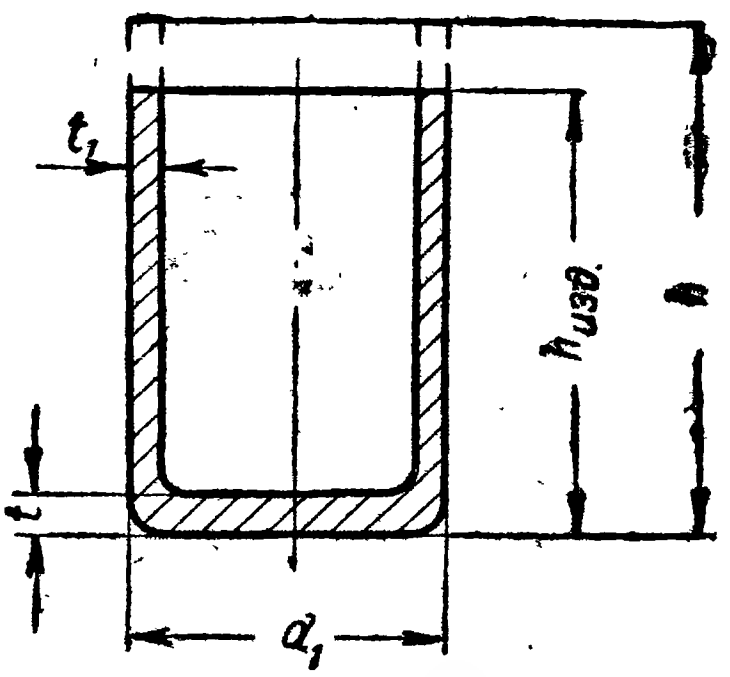
$$V = \frac{100V}{100 - x};$$

$$G_з = \frac{100G}{100 - x},$$

где x — потери в процентах, определяемые по табл. 46;

V — объем изделия, $см^3$;

G — вес изделия, $г$.



Фиг. 94. Колпачок.

Диаметр изделий типа стаканчика, показанного на фиг. 94, рассчитывают по формуле:

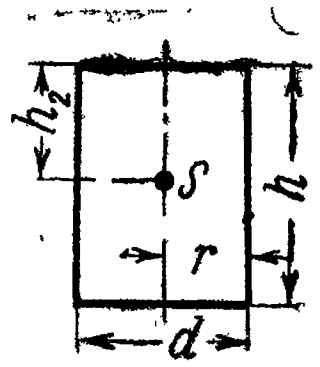
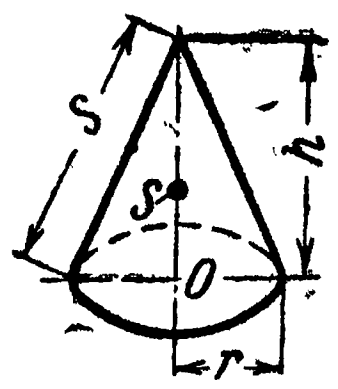
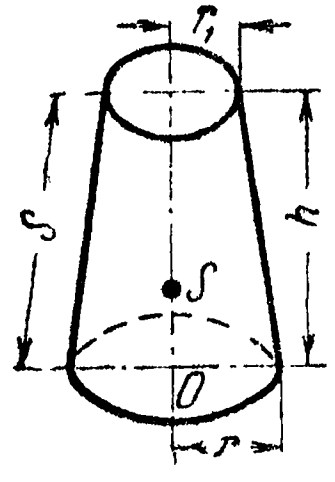
$$D = \sqrt{d_1^2 + 4\frac{t_1}{a}d_{ср}h},$$

где h следует брать с учетом обрезки:

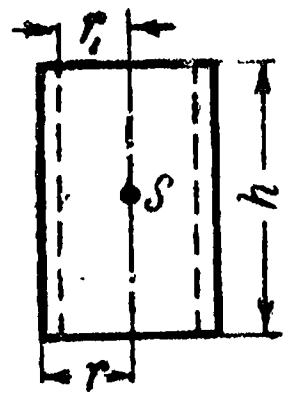
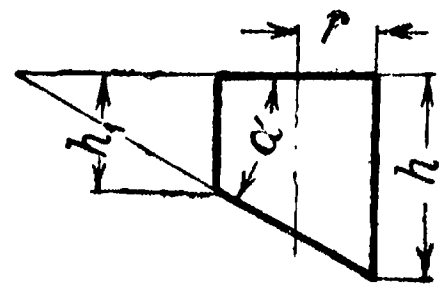
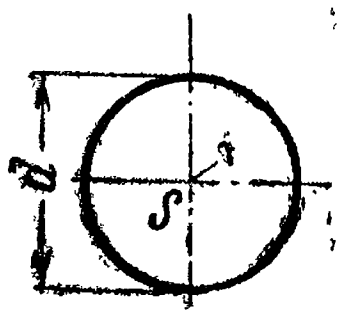
$$h = 1{,}2h_{изд}, \text{ а } d_{ср} = \frac{d_1 - (d_1 - 2t_1)}{2}.$$

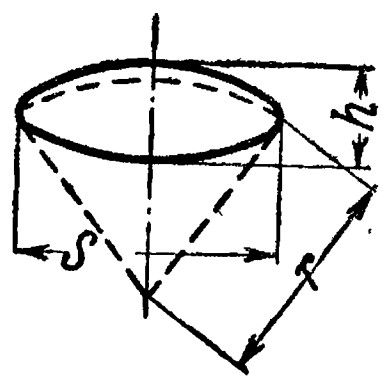
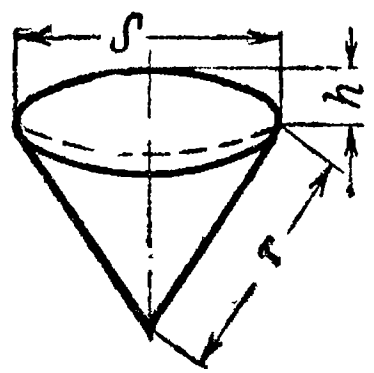
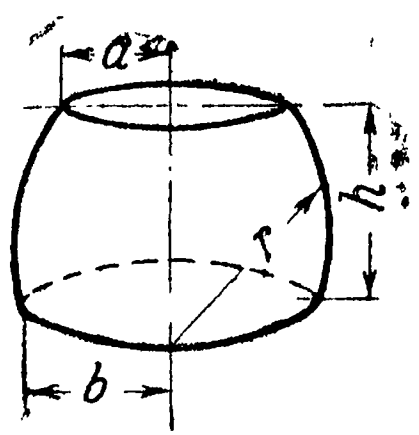
Объем изделий в зависимости от их формы определяют различными способами. Наиболее простым способом является разбивка изделия на ряд элементарных объемов, величина которых определяется по формулам табл. 49.

Поверхности и объемы тел и положение центра тяжести вращения

Геометрическая фигура	Эскиз	Формулы		
		Поверхность	Объем	Положение тяжести
Цилиндр		$2\pi rh = \pi dh$	$\pi r^2 h = \frac{\pi d^2}{4} h$	$\frac{h}{2}$
Конус		$\pi rS = \pi r\sqrt{r^2 + h^2}$	$\frac{h}{3}\pi r^2$	$\frac{h}{4}$
Усеченный конус		$\pi S(r + r_1)$	$(r^2 + r_1^2 + rr_1) \cdot \frac{\pi h}{3}$	$\frac{h}{4} \cdot \frac{r^2 + 2rr_1 + 3r_1^2}{r^2 + rr_1 + r_1 r}$

Продолжение

Геометрическая фигура	Эскиз	Формулы		
		Поверхность	Объем	Положение тяжести
Полый цилиндр		$2\pi h\,(r + r_1)$	$\pi h\left(r^2 - r_1^2\right)$	$\frac{h}{2}$
Косо срезанный цилиндр		$\pi r\,(h + h_1)$	$\pi r^2 \frac{h_1 + h}{2}$	$\frac{h + h_1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{r^2 \mathrm{tg}\alpha}{h + h_1}$
Шар		$4\pi r^2 = \pi d^2$	$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6}$	В центре

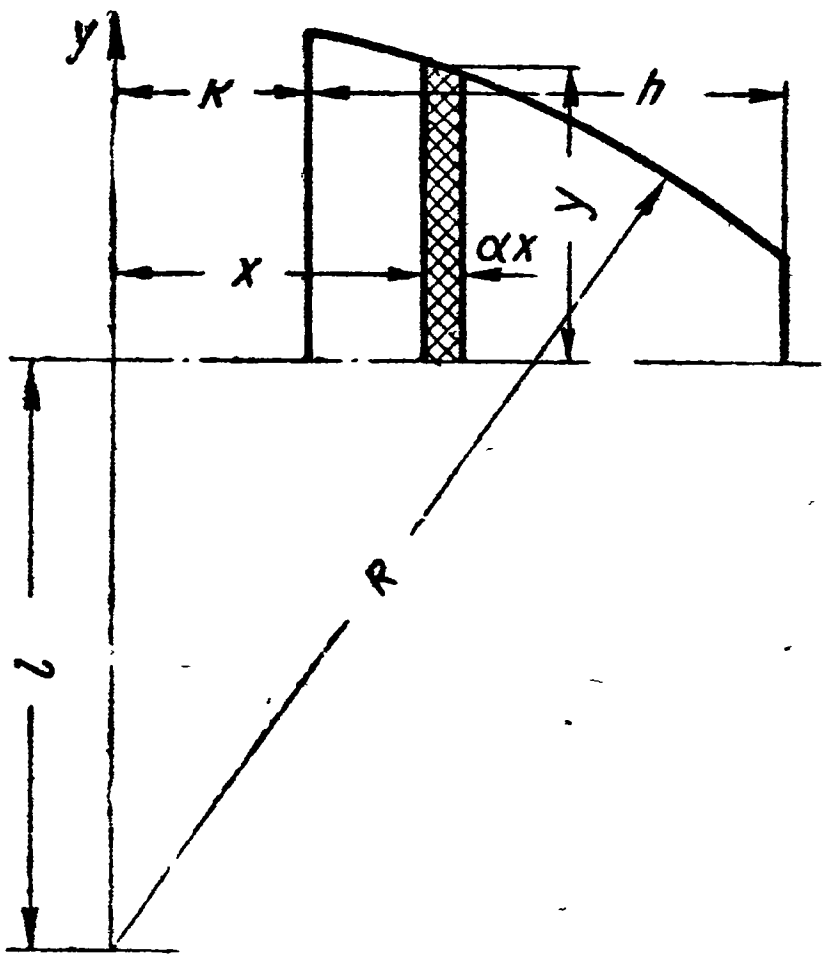
Геометрическая фигура	Эскиз	Формулы		
		Поверхность	Объем	Положение тяжести
Шаровой сектор		$\frac{\pi r}{2}(4h+S)$	$\frac{2}{3}\pi r^2 h$	$\frac{3}{4}\left(r-\frac{h}{2}\right)$
Шаровой сегмент		$2\pi rh=\frac{\pi}{4}(S^2+4h^2)$	$\pi h^2\left(r-\frac{h}{3}\right)=\pi h\left(\frac{S^2}{8}+\frac{h^2}{6}\right)$	$\frac{3}{4}\cdot\frac{(2r-h)^2}{3r-h}$
Шаровой пояс		$2r\pi h$	$\pi h\,(3a^2+3b^2+h^2)$	

Определение объема и веса изделий, имеющих криволинейную образующую (пульные оболочки, сердечники и т. д.), производится по формуле:

$$V=\pi\int y^2dx.$$

В тех случаях, когда центр дуги окружности, вращением которой образовано оживало (фиг. 95), находится на высоте верхней грани ведущей части или смещен на величину K, вычисление объема непосредственным интегрированием (несмотря на некоторую громоздкость формулы) не представляет больших затруднений, и формула $V=\pi\int y^2dx$, применяемая для определения объема «смещенного и усеченного оживала», примет вид:

$$V=\pi\left\{R^2h-\frac{(K+h)^3}{3}+l^2h+\frac{K^3}{3}-l\left[(K+h)\sqrt{R^2-(K+h)^2}+R^2\arcsin\frac{K+h}{R}-K\sqrt{R^2-K^2}-R^2\arcsin\frac{K}{R}\right]\right\}.$$



Фиг. 95. Оживальная часть пули.

Если оживало не смещено, расчет упрощается, и формула принимает вид:

$$V=\pi\left[h\left(R^2+l^2-\frac{h^2}{3}-l\sqrt{R^2-h^2}\right)-lR^2\arcsin\frac{h}{R}\right].$$

Эту формулу можно применить и для смещенного оживала, но в этом случае ее применяют дважды, т. е. определяют объем, как разность объема V_1 оживала высотой $(K+h)$ и объема V_2 оживала высотой K. Таким образом

$$V=V_1-V_2.$$

При определении величины arc sin точные результаты получаются только при пользовании семизначными таблицами тригонометрических величин.

В тех случаях, когда аналитическое вычисление значений объема и веса для изделий с криволинейной образующей затруднено, целесообразно численное интегрирование, т. е. вычисление значений определенного интеграла на основании ряда численных значений подинтегральной функции. Такой метод вычисления называется методом квадратур. Квадратуру лучше всего рассчитывать по способу Лапласа. Формула Лапласа в общем виде выражается так:

$$\int_{x_0}^{x}Ydx=h\left[\left(\frac{Y_0}{2}+Y_1+\ldots+Y_{n-1}+\frac{Y_n}{2}\right)-\frac{1}{12}(\Delta Y_{n-1}-\Delta Y_0)-\frac{1}{24}(\Delta^2Y_{n-2}+\Delta^2Y_0)\right].$$

Для наших целей эту формулу более удобно представить в таком виде:

$$\int_{x_0}^{x}Ydx=h\left[\sum_{i=0}^{i=n}Y-\frac{1}{2}(Y_n+Y_0)-\frac{1}{12}(\Delta Y_{n-1}-\Delta Y_0)-\frac{1}{24}(\Delta^2Y_{n-2}+\Delta^2Y_0)\right],$$

где h — величина промежутков, на которые подразделяется весь интервал интегрирования.

Порядок расчета объема и веса следующий. Вычерчиваются пуля или ее элементы в масштабе 10 : 1 или 20 : 1. Затем элементы, имеющие криволинейные очертания, делят по длине сечениями, перпендикулярными продольной оси, на n частей. Элементы рекомендуется делить на число частей, кратное двум, что позволяет применить последовательное деление длины на два.

Обычно делят на 16 или на 8 частей.

Вычисление объема и веса для элементов, имеющих простые геометрические формы и простые расчетные формулы, можно производить непосредственно.

Разбив элементы на n частей и занумеровав сечения, как это показано на фиг. 96, снимаем непосредственно с чертежа для каждого сечения значения z, т. е. расстояние от начала отсчетов и соответствующее ему значение R.

Снятые с чертежа значения z, R вносятся в специальный бланк; все остальные вычисления производятся в бланке, форма которого приводится ниже.

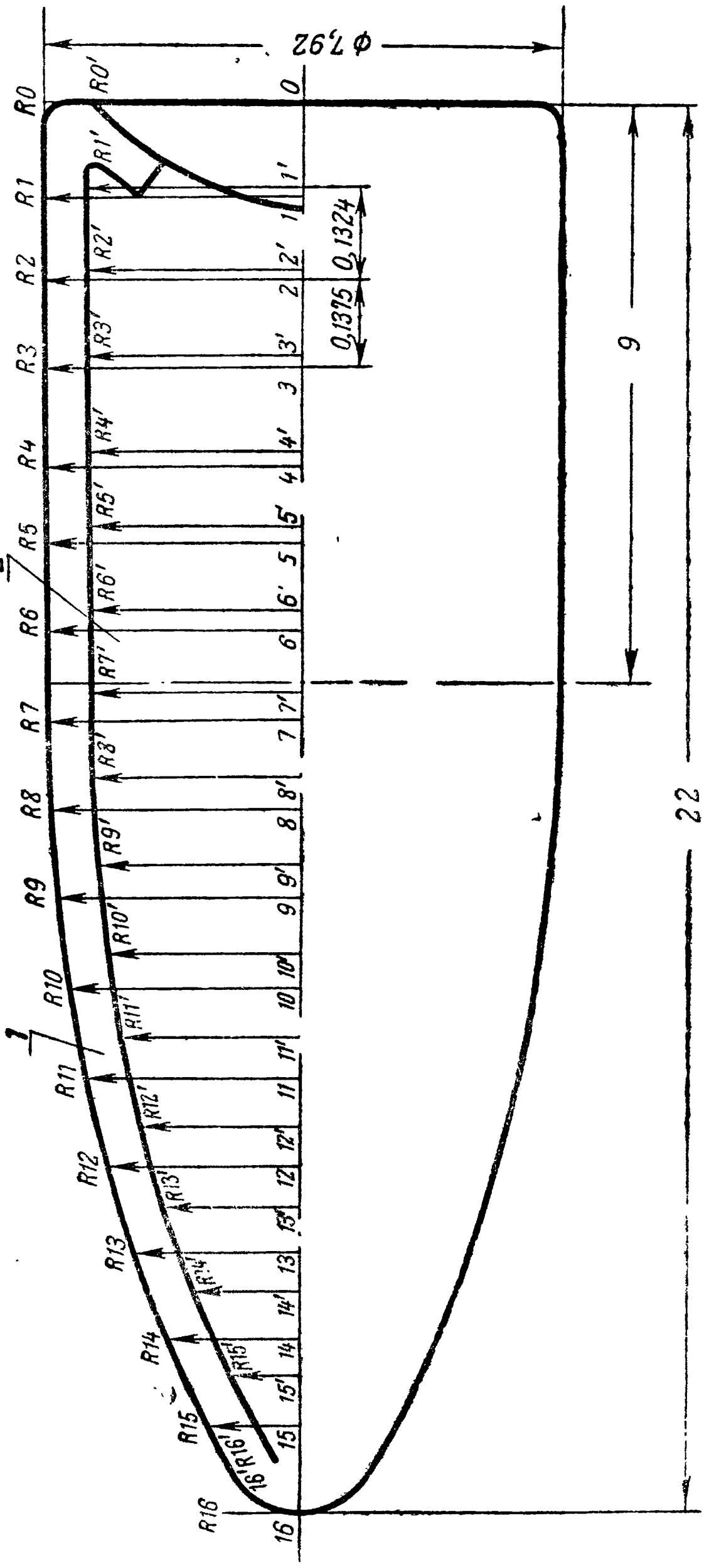
Зная объем пули и объем сердечника, определяем:

объем оболочки

$$V = V_1 - V_2,$$

вес оболочки и сердечника

$$g_1 = \frac{V_1}{\gamma_1}; \quad g_2 = \frac{V_2}{\gamma_2}; \quad g = g_1 - g_2.$$



Фиг. 96. Графический расчет объема пули.

Учитывая неизбежные потери при изготовлении, можно найти объем заготовки, а следовательно, и диаметр заготовки оболочки.

$$D_k = \sqrt{\frac{4V_3}{\pi a}} = \sqrt{\frac{4g}{\pi a \gamma}}.$$

РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК

Наружный контур оболочки

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Вспомогательные вычисления
0,0000	0,1375	0,2750	0,4125	0,5500	0,6875	0,8250	0,9625	1,1000	1,3375	1,3750	1,5125	1,6500	1,7875	1,9250	2,0625	2,2000	$\Sigma R^2=1{,}9853\Sigma$; $V_1=\Sigma R^2-$ $-\frac{1}{2}\left(R_0^2+R_{16}^2\right)=1{,}9853-$ $-\frac{1}{2}(0{,}1568+0)=0{,}9069;$ $\Delta V_1=\frac{1}{12}\left(\Delta R_{15}^2-\Delta R_0^2\right)=$ $=\frac{1}{12}(0{,}0174-0)=0{,}0014;$ $\Delta^2V_1=\frac{1}{24}\left(\Delta^2R_{14}^2+\Delta^2R_0^2\right)=$ $=\frac{1}{24}(0{,}0040+0)=0{,}00016$
0,396	0,396	0,396	0,396	0,396	0,396	0,396	0,395	0,391	0,378	0,354	3,328	0,291	0,250	0,197	0,132		
0,1568	0,1568	0,1568	1,1568	0,1568	1,1568	0,1568	1,1560	0,1528	0,1428	0,1253	0,1075	0,0846	0,0625	0,0388	0,0174		
														0,0214	0,0174		
														0,0040			

Наружный контур сердечника (внутренний контур оболочки)

0,0000	0,1324	0,2648	0,3972	0,5296	0,6620	0,7944	0,9268	1,0592	1,1916	1,3240	1,4564	1,5888	1,7212	1,8536	1,9860	2,1184	$\Sigma R^2=1{,}4359$ $\Sigma V_2=\Sigma R^2-\frac{1}{2}\left(R_0^2+R_{16}^2\right)=$ $=1{,}4395-\frac{1}{2}(0{,}1156+0)=$ $=1{,}3817;$ $\Delta V_2=\frac{1}{12}\left(\Delta R_{15}^2-\Delta R_0^2\right)=$ $=\frac{1}{12}(0{,}0116+0)=0{,}00096;$ $\Delta^2V_2=\frac{1}{24}\left(\Delta^2R_{14}^2+\Delta^2R_0^2\right)=$ $=\frac{1}{24}(0{,}0036+0)=0{,}00015$
0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,324	0,324	0,309	0,280	0,249	0,210	0,164	0,108		
0,6156	0,1156	0,1156	0,1156	0,1556	0,1156	0,1156	0,1156	0,1115	0,1049	0,0954	0,0784	0,0620	0,0441	0,0268	0,0116		
														0,0152	0,0116		
														0,0036			

Пример. Найти диаметр кружка для оболочки пули, показанной на фиг. 96.

Объем наружного контура

$$V_1=\pi\int_0^L R^2dz=\pi h_1\left[\Sigma V_1-\Delta V_1-\Delta^2 V_1\right]=$$

$$=3{,}14\cdot 0{,}1375\,(1{,}9069-0{,}0014-0{,}00016)=0{,}82\ см^3.$$

Объем внутреннего контура

$$V_2=\pi\int_0^L R_1^2\,dz=\pi h_1\left[\Sigma V_2-\Delta V_2-\Delta^2 V_2\right];$$

$$V_2=3{,}14\cdot 0{,}1324\,(1{,}3817-0{,}00096-0{,}00015)=0{,}575\ см^3.$$

Объем оболочки

$$V=V_1-V_2=0{,}82-0{,}575=0{,}245\ см^3.$$

Отходы при изготовлении по табл. 46

$$X=20\%.$$

Объем заготовки для оболочки

$$V_з=V+V_{от}=0{,}245\cdot 1{,}2=0{,}294\ см^3.$$

Диаметр заготовочного кружка

$$D_k=\sqrt{\frac{4V_з}{\pi a}}=\sqrt{\frac{4\cdot 0{,}294}{3{,}14\cdot 0{,}095}}\approx 19\ мм,$$

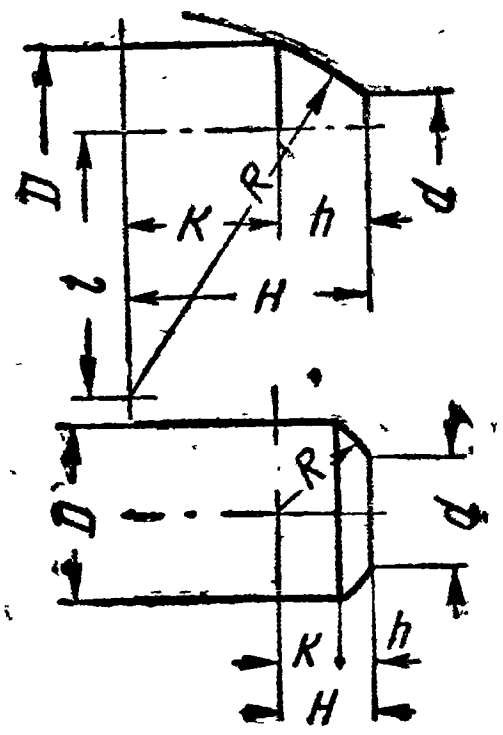
где a принято равным 0,95 *мм*.

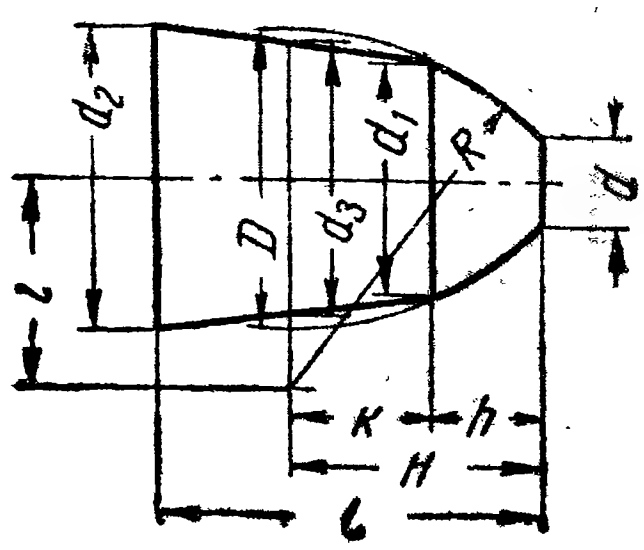
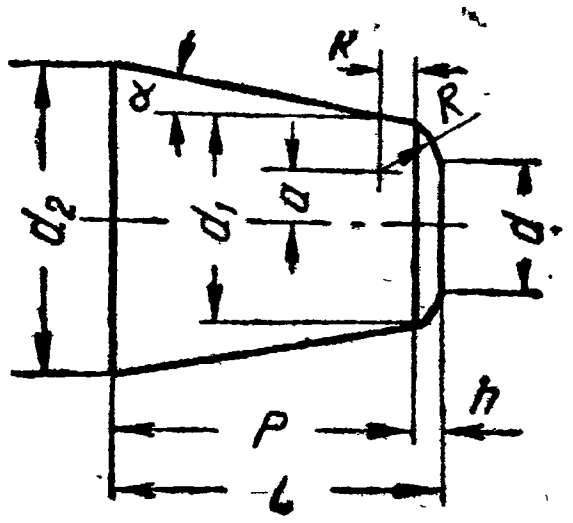
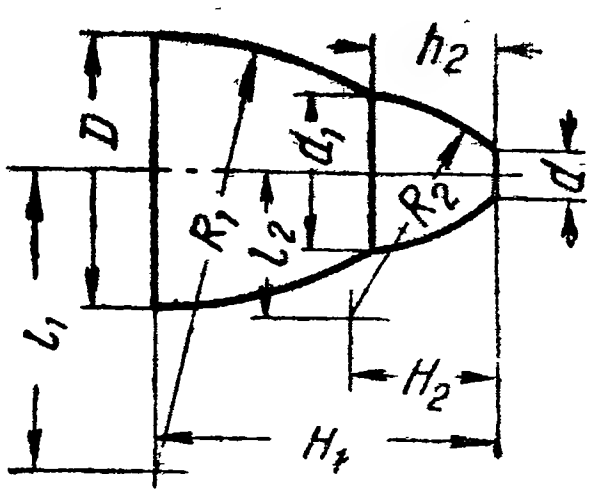
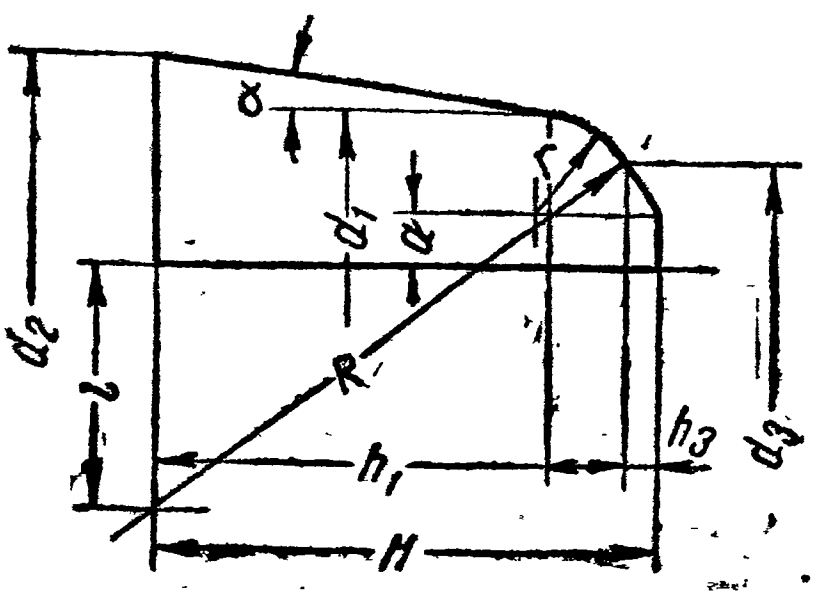
В табл. 50 приводится ряд формул, необходимых для линейных расчетов оживал и сопряжений оживал с цилиндром, конусом и т. д.

Таблица 50

Основные формулы для линейных расчетов сопрягаемых фигур

Эскиз изделия	Формулы
Пересечение цилиндра и оживала или цилиндра и сферы	$H=\sqrt{R^2-\left(l+\frac{d}{2}\right)^2}$ $K=\sqrt{R^2-\left(l+\frac{D}{2}\right)^2}$



Эскиз изделия	Формулы
Пересечение конуса и оживала 	$K = \frac{m \cdot n + \sqrt{R^2(n^2+1) - m^2}}{h^2+1}$ $n = -\frac{d_2 - d_3}{2(L-H)}; \quad m = \frac{d_3}{2} + l$ $d_1 = 2\left[\frac{m(1+2n^2) + h\sqrt{R^2(n^2+1) - m^2}}{n^2+1} - l\right]$ $d_1 = 2(Kn + m - l)$ $K = \frac{d_1 + 2(l-m)}{2n}$ $d = 2[\sqrt{R^2 - (h+K)^2} - l]$
Пересечение конуса и оживала 	$d_1 = 2\sin\alpha\,[a\sin\alpha + m\cos\alpha - \sqrt{(a\sin\alpha + m\cos\alpha)^2 - m^2 - a^2 - R^2}]$ $m = \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2} - a\right)^2} - L + \frac{d_2}{2\operatorname{tg}\alpha}$ $h = L - p$ $P = \frac{d_2 - d_1}{2\operatorname{tg}\alpha}; \quad K = \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2} - a\right)^2} - h$
Пересечение двух оживал 	$d_1 = \frac{2bm - l_1(a^2+b^2)}{a^2+b^2} + \frac{2\sqrt{b^2m^2 - (a^2+b^2)(m^2 - 4a^2R_1^2)}}{a^2+b^2}$ $a = H_1 - H_2; \; b = l_1 - l_2$ $m = R_1^2 - R_2^2 + a^2 + b^2$ $h_2 = H_2 - \sqrt{R_2^2 - \left(l_2 + \frac{d_1}{2}\right)^2}$ $h_2 = H_1 - \sqrt{R_1^2 - \left(l_1 + \frac{d_1}{2}\right)^2}$
Сопряжение конуса и оживала 	$d_3 = \frac{2}{R-r}(l_2 + Ra)$ $h_2 = \left[\frac{\sqrt{(R-r)^2 - (l-a)^2}}{R-r} - \sin\alpha\right] r$ $d_1 = 2(a + r\cos\alpha)$

§ 4. Расчет толщины исходного материала

От правильного выбора толщины исходного материала зависят:

1) качество изготовляемого изделия;
2) длительность технологического процесса;
3) форма и размеры рабочего инструмента;
4) стойкость рабочего инструмента.

Два примера, приводимых ниже, подтверждают правильность наших доводов.

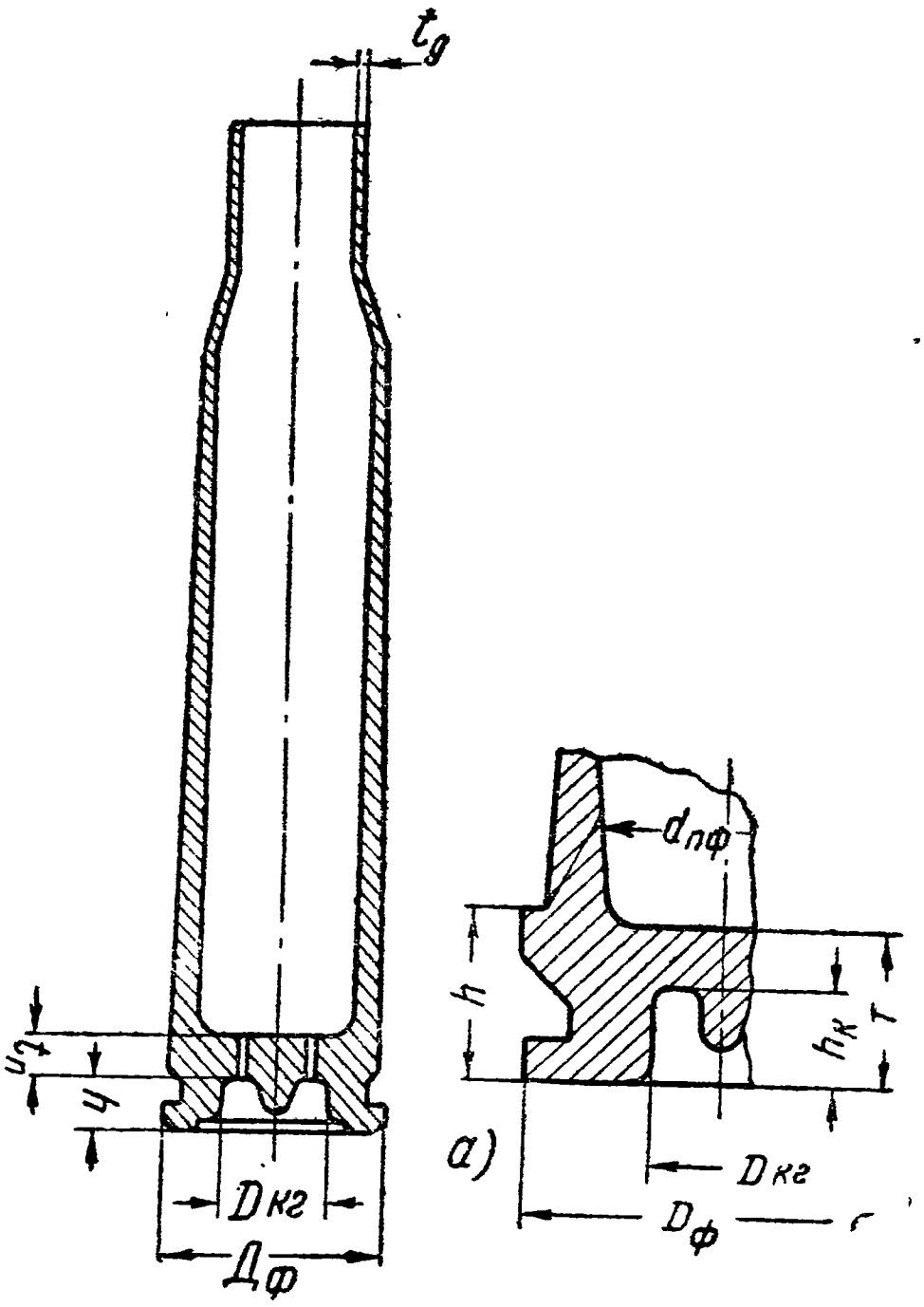
Если гильза сделана из тонкого материала, неизбежно образование «кармана» в зоне дна; такая гильза предрасположена к отрывам или трещинам в зоне шляпки.

Кроме того, в процессе образования капсюльного гнезда в силу значительной сферы дна (такая форма способствует накоплению материала в донной части) часто встречаются надрывы в капсюльном гнезде, которые иногда приводят к провалу наковальни.

Если гильза изготовлена из толстого материала, получение требуемой по чертежу толщины перегородки затруднено; кроме того, инструмент прессовки испытывает излишние напряжения, что приводит к резкому снижению стойкости. Колебания в толщине материала также вредно отзываются на стойкости инструмента и нормальной эксплоатации станков и прессов.

Между чертежом изделия и толщиной исходного материала нет аналитической зависимости, однако приводимые ниже данные, выработанные на основе практики, несколько сглаживают этот пробел.

А. Расчет толщины исходного материала для гильз (фиг. 97)



Фиг. 97. Гильза:
а—дно гильзы с упором в бурт.

Одним из наиболее простых, но и наименее точных способов расчета толщины кружка для нормальных гильз является расчет по формуле:

$$a=(8-9)\,t_д=\frac{T_1}{\Delta},$$

где $t_д$ — толщина дульца готовой гильзы;
Δ — коэфициент для гильз калибра $<10=1{,}4-1{,}6$, для гильз калибра $>10=0{,}95-1{,}0$;
T_1 — толщина дна гильзы, *мм*.

Более точные результаты расчета толщины исходного материала получаются при пользовании формулами:

а) для гильз без шляпки

$$a=\left[t_п+\frac{h\,(D^2-d^2)}{D^2}-h\,\frac{d^2}{D^2}\right]a;$$

б) для гильз со шляпкой

$$a=\left[t_{\text{п}}+\frac{h\,(D^2-d^2)}{D^2}+\frac{h\,(D_1^2-D^2)}{D_1^2}+h\,\frac{d^2}{D^2}\right]\alpha,$$

где $t_{\text{п}}$ — толщина перегородки, *мм;*
h — глубина капсюльного гнезда, *мм;*
d — диаметр капсюльного гнезда, *мм;*
D — диаметр гильзы по корпусу у фланца, *мм;*
D_1 — диаметр шляпки, *мм;*
α — поправочный коэфициент, равный 0,75—0,92.

Все размеры брать по нижнему пределу.

Для толстодонных гильз с уступом на корпусе толщины исходного материала рассчитывают по формуле:

$$a=[T+h\,(K-1)-\sigma h_{\text{к}}]\,u,$$

где T — толщина дна после прессовки;
h — толщина фланца;
$h_{\text{к}}$ — глубина капсюльного гнезда;

$$K=\left[\frac{D_{\text{ф}}}{d_{\text{пф}}}\right]^2;\quad \sigma=\left[\frac{D_{\text{к. г}}}{d_{\text{пф}}}\right]^2;$$

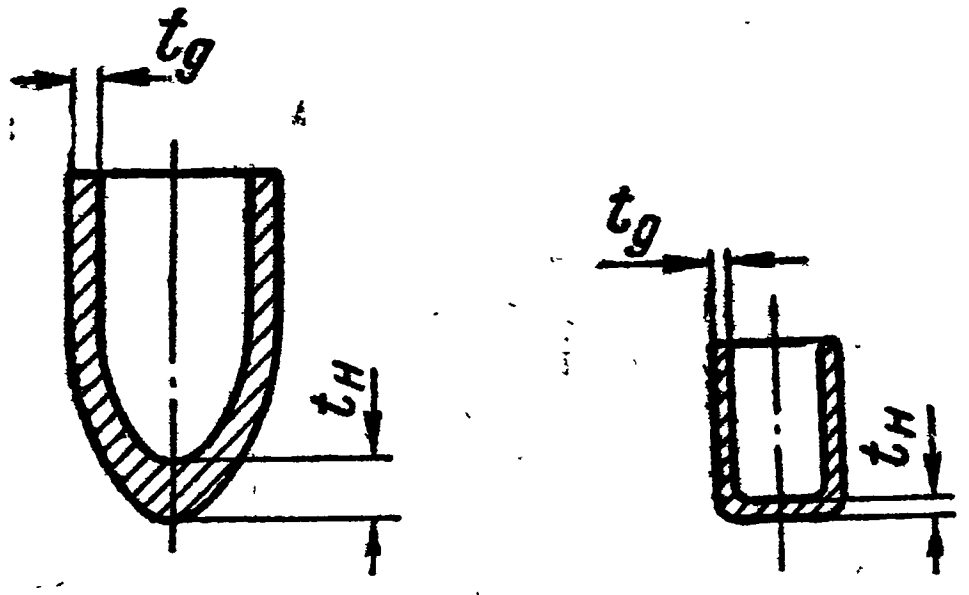
u — коэфициент, учитывающий утолщение дна на вытяжках.

Значение u				
u = 1,27	1,05	0,92	0,68	0,65
$\frac{t_{\text{к}}}{d_{\text{пф}}}$ = 0,1	0,2	0,3	0,5	0,7

Б. Расчет толщины исходного материала для пульных оболочек, стаканчиков и трубчатых сердечников

(фиг. 98)

Расчет толщины исходного материала, как правило, производится по чертежу изделия по одной из приведенных ниже формул.



Фиг. 98. Оболочка и стаканчик.

Стаканчики для спецсоставов и трубчатые сердечники:

$$a=t_{\text{н}}.$$

Пульные оболочки для нормальных пуль:

$$a=2{,}5\ t_{\text{к}}$$

§. 5. Расчет размеров полуфабрикатов и числа операций при вытяжке тел вращения

Известны два случая вытяжки тел вращения:

1) вытяжка изделий без утонения стенок;

2) вытяжка изделий с утонением стенок.

Первый случай сравнительно мало распространен в патронной промышленности и может встретиться при изготовлении элементов для пуль специального назначения; второй случай широко применяется, так как гильзы, пульные оболочки, стаканчики для пиротехнических составов и т. д. изготовляются вытяжкой с утонением стенок.

А. Расчет размеров полуфабриката и числа вытяжек для изготовления деталей без утонения стенок

Расчет числа вытяжек, а следовательно, и их размеров при изготовлении изделий без утонения стенок, производится по следующим формулам:

$$d_1 = mD;$$

$$d_2 = m_1 d_1;$$

$$d_n = m_1 d_{n-1};$$

$$h_1 \approx \frac{D^2 - d_1^2}{4d_1};$$

$$h_n \approx \frac{D^2 - d_n^2}{4d_n};$$

где h_1 — высота изделия после свертки, *мм;*

h_n — высота изделия после n вытяжки, *мм;*

d_1 — диаметр изделия после свертки, *мм;*

D — диаметр заготовочного кружка, *мм;*

d_{n-1} — диаметр промежуточной вытяжки, *мм;*

d_n — диаметр последней вытяжки, *мм;*

m — коэфициент при свертке;

m_1 — коэфициент при вытяжке.

Примечания. 1. Высота h получается ориентировочной, так как в формуле не учтены увеличенные высоты при утонении материала в месте перехода дна в стенки.

2. Значения коэфициентов m и m_1 по данным Качмарека, Фрейдлина, Зелина, Малова для материалов, применяемых в патронной промышленности, приводятся в табл. 51.

При выборе величин m и m_1 необходимо учитывать:

1) механические качества материала и его пригодность для вытяжки;

2) состояние поверхности материала;

3) качество смазки;

4) чистоту отделки поверхности рабочего инструмента;

5) наличие складкодержателя;

6) номер вытяжки и наличие межоперационного отжига.

Таблица 51

Значения m и m_1 для материалов, применяемых в патронной промышленности

Обрабатываемый материал	m				m_1			
	Кач-марек	Фрейд-лин	Зелин	Малов	Кач-марек	Фрейд-лин	Зелин	Ма-лов
Латунь толщиной меньше 2 *мм*	0,6	0,50—0,7	0,5	0,5	0,76	0,65—0,81	0,75	0,65
Латунь толщиной больше 2 *мм*	0,6	0,5—0,7	0,52	0,52	0,825	0,65—0,8	0,75	0,7
Сталь мягкая холоднокатаная толщиной меньше 2 *мм*	0,6	0,55—0,68	0,56	0,6	0,76	0,66—0,81	0,8	0,75
Сталь мягкая холоднокатаная толщиной более 2 *мм*	0,6	0,55—0,68	0,56	0,6	0,825	0,66—0,81	0,85	0,8
Алюминий толщиной меньше 2 *мм*	0,6	0,57—0,75	0,55—0,6	0,55	0,76	0,73—0,85	0,8	0,75
Алюминий толщиной больше 2 *мм*	0,6	0,57—0,75	0,55—0,6	0,6	0,825	0,73—0,85	0,83	0,75

Б. Расчет размеров вытяжек и их числа для изделий, вытягиваемых с утонением стенок

Расчет размеров вытяжек и их числа для изделий, вытягиваемых с утонением стенок, производят в зависимости от назначения изделия.

Мы считаем, что все элементы патрона могут быть объединены в три группы: 1) стаканчики и трубчатые сердечники, 2) пульные оболочки, 3) гильзы.

Для первой группы можно рекомендовать упрощенный способ расчета, который и приводим.

Последовательность расчета

1. Определяют диаметр заготовочного кружка по формулам:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{G_з}{a\gamma}}$$

или

$$\sqrt{d^2_{изд} + 4\frac{t_{изд}}{a} d_{ср} h.}$$

По $G_з$ или h учитывают потери на обрезку.

2. Выбрав из табл. 52 допустимую величину утонения, определяют при свертке и при последующих вытяжках толщины стенок и число вытяжек.

Таблица 52

Допустимые утонения при свертке и вытяжках

Материал	Максимальное утонение, %
Сталь мягкая	30
Латунь	50
Алюминий	40

Для удобства запись рекомендуется вести по следующей форме.

Операция	Толщина материала в заготовке		Утонение и остающаяся толщина материала	
	мм	% утонения	*мм*	*мм*

На основе расчета числа операций и толщин стенок, принимая для каждой операции уменьшение внутреннего диаметра вытяжки на величину Δ, численное значение которой лежит в пределах 0,15—0,3 *мм*, подбирают значения наружных и внутренних диаметров для всех вытяжек.

Операция	1	2	3	4
Наружный диаметр				
Внутренний диаметр				
Толщина стенки				

По величине диаметров устанавливают ориентировочные высоты вытяжек по формуле:

$$h = \frac{D_{кр}^2 a - d^2 a}{4 d t_1}.$$

Значения d в знаменателе берут как средние между наружными и внутренними диаметрами.

Этот способ очень прост и может широко применяться в практике, поэтому поясним его примером.

Пусть требуется изготовить стальной стаканчик (фиг. 98) с толщиной дна $a=4$ *мм*, средняя толщина стенок 0,4 *мм*, высота 93 *мм* (с припуском на обрезку).

Диаметр заготовки определяем из формулы:

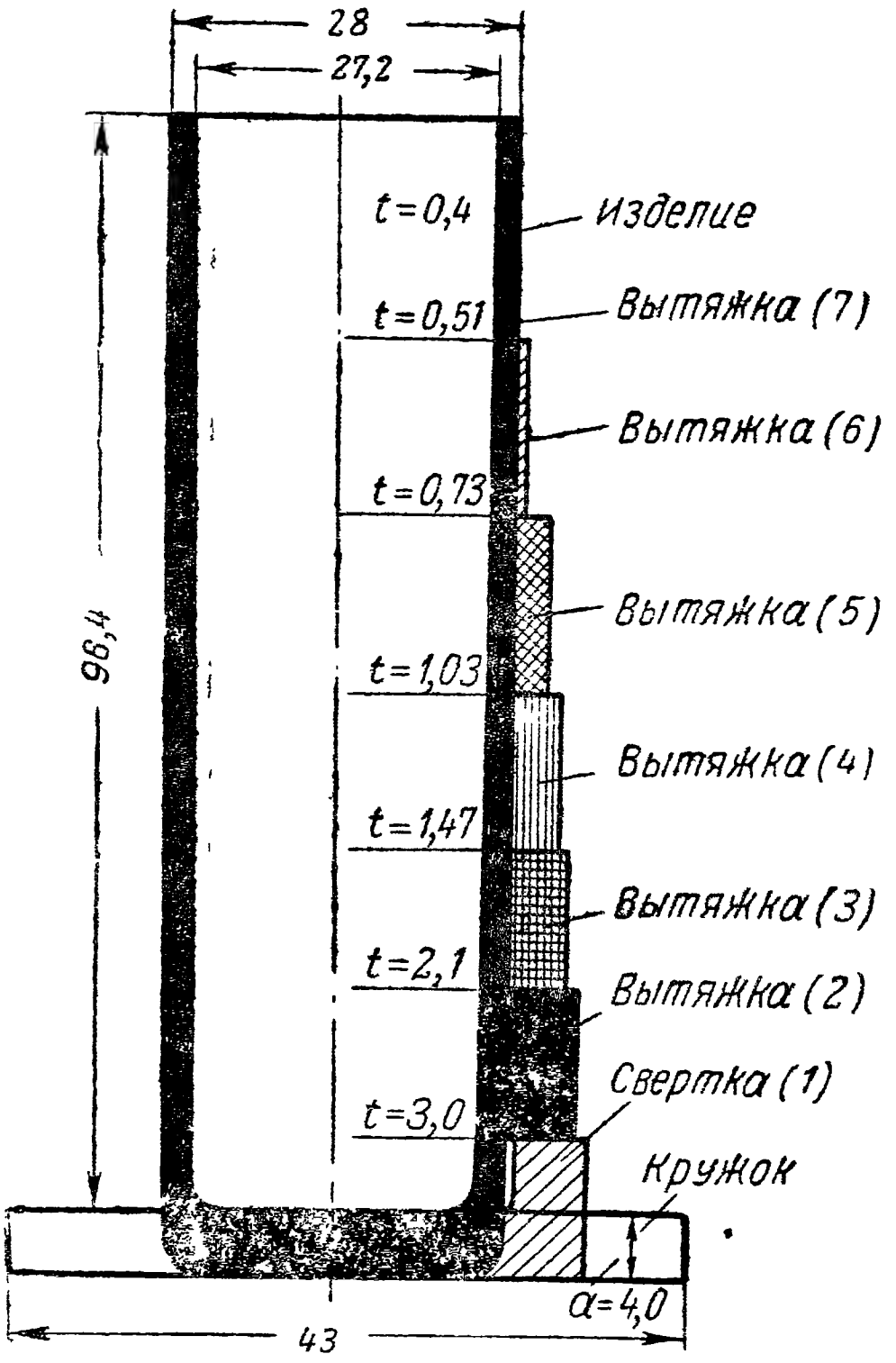
$$D = \sqrt{d_{изд}^2 + 4 \frac{t_{изд}}{a} d_{ср} h} = \sqrt{28^2 + 4 \cdot \frac{0{,}4}{4} 27{,}6 \cdot 93} \approx 43 \text{ мм}.$$

Принимая возможное утонение материала для свертки 25%, а для вытяжек 30% от толщины материала, определяем количество потребных операций.

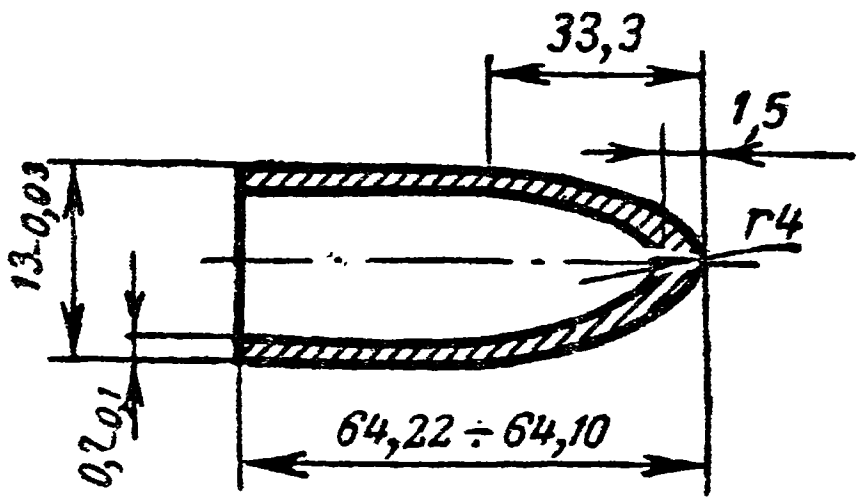
Операция	Толщина материала в заготовке		Утонение и остающаяся толщина материала	
	мм	% утонения	*мм*	*мм*
1	4,0	25	1,0	3,0
2	3,0	30	0,9	2,1
3	2,1	30	0,63	1,47
4	1,47	30	0,44	1,03
5	1,03	30	0,3	0,73
6	0,73	30	0,219	0,51
7	0,51	30	0,153	0,4

Пользуясь этой таблицей и принимая для каждой операции уменьшение внутреннего диаметра стаканчика 0,2 *мм*, подберем значения наружных и внутренних диаметров для всех вытяжек.

Операция	1	2	3	4	5	6	7
Наружный диаметр	34,4	32,4	30,94	29,86	29,06	28,42	28,0
Внутренний диаметр	28,4	28,2	28,0	27,8	27,6	27,4	27,2
Толщина стенки	3,0	2,1	1,47	1,03	0,73	0,51	0,4



Фиг. 99. Схема изготовления стального стаканчика с различной толщиной дна и стенок.



Фиг. 100. Оболочка.

После этого определяют высоты вытяжек:

$$h_1 = \frac{43^2 \cdot 4 - 34,4^2 \cdot 4}{4 \cdot 31,4 \cdot 3} = 7,07 \text{ мм};$$

$$h_2 = \frac{43^2 \cdot 4 - 32,4^2 \cdot 4}{4 \cdot 30,3 \cdot 2,1} = 12,57 \text{ мм};$$

$$h_3 = \frac{43^2 \cdot 4 - 30,94^2 \cdot 4}{4 \cdot 29,47 \cdot 1,47} = 20,6 \text{ мм};$$

$$h_4 = \frac{43^2 \cdot 4 - 29,86^2 \cdot 4}{4 \cdot 28,83 \cdot 1,03} = 32,24 \text{ мм};$$

$$h_5 = \frac{43^2 \cdot 4 - 29,06^2 \cdot 4}{4 \cdot 28,33 \cdot 0,73} = 48,4 \text{ мм};$$

$$h_6 = \frac{43^2 \cdot 4 - 28,42^2 \cdot 4}{4 \cdot 27,31 \cdot 0,51} = 73,0 \text{ мм};$$

$$h_7 = \frac{43^2 \cdot 4 - 28^2 \cdot 4}{4 \cdot 27,6 \cdot 0,4} = 96,4 \text{ мм}.$$

Конечная высота стаканчика получена несколько больше требуемой ввиду округления диаметра заготовки до 43 *мм* в бо́льшую сторону.

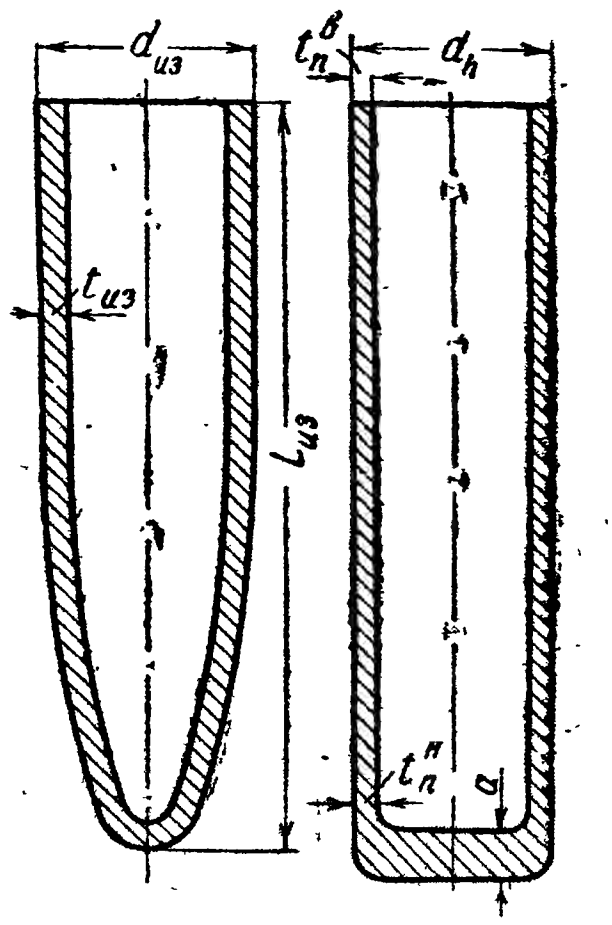
Эти же изделия, в особенности пульные оболочки, отнесенные нами ко второй группе, могут быть рассчитаны по формулам табл. 53.

Предварительные расчеты линейных размеров вытяжек и их количества для гильз, отнесенных нами к третьей группе, можно вести по формулам, приведенным в табл. 56.

Однако целесообразнее технику расчета изменить и вести расчет, исходя из прочности гильзы, т. е. создания на вытяжках по корпусу

Расчет размеров вытяжек и их числа для пульных оболочек, стаканчиков и трубчатых сердечников

(по русской шкале)



Определяемая величина	Обозначение	Формула
Объем изделия	$V_{изд}$	$V_1 + V_2 \ldots V_n$ или методом квадратур
Отходы при изготовлении (в процентах)	X	По табл. 46
Объем заготовки	$V_з$	$\frac{100 V_{изд}}{100 - X}$
Толщина материала (полосы или ленты)	a	В зависимости от формы изделия по формулам гл. VI, § 4
Диаметр кружка заготовки	$D_к$	$\sqrt{\frac{4V_з}{\pi a}}$
Коэфициент свертки	m	По табл. 51
Наружный диаметр колпачка	$d_к$	$mD_к$
Наклеп от утонения стенок для верха и низа		По табл. 44
Толщина стенок колпака вверху и внизу	$t_к^в$	$a\left(1 - \frac{K_в}{100}\right)$
	$t_к^н$	$a\left(1 - \frac{K_н}{100}\right)$
Внутренние диаметры колпака вверху и внизу	$d_к^в$	$d_к - 2t_к^в$
	$d_к^н$	$d_к - 2t_к^н$

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Высота колпачка	$h_к$	$\frac{V_з - V_д}{0{,}785\left[d_к^2 - \left(\frac{d_к^в + d_к^н}{2}\right)^2\right]} + a$, где $V_д$ — объем донышка колпачка или $\frac{D_к^2 \cdot a - d_к^2 \cdot a}{4\left(\frac{d_к + d^{ср}}{2}\right) t_{ср}}$, где $t_{ср} = \frac{t_к^в + t_к^н}{2}$; $d_{ср} = \frac{d_к^в + d_к^н}{2}$
Площадь поперечного сечения колпака вверху	$F_к^в$	$\frac{\pi}{4}(d_к^2 - d_к^{в^2})$
Площадь поперечного сечения изделия вверху	$f_{изд}^в$	$\frac{\pi}{4}(d_{изд}^2 - d_{изд}^{в^2})$
Средняя величина наклепа за вытяжку	$K_{ср}$	По табл. 44
Число вытяжек	n	$\frac{\lg F_к^в - \lg f_{изд}^в}{\lg \frac{100}{100 - K_{ср}}}$
Общий коэфициент изменения диаметра для получения готового изделия из выбранного колпака	m	$\frac{d_{изд}}{d_к}$
Средний коэфициент изменения диаметра для одной вытяжки	$m_{ср}$	$\frac{\lg m}{n} = \lg m_{ср}$
Распределение коэфициентов в зависимости от изменения диаметра по всем вытяжным операциям		Равномерное, т. е. $m_1 = m_2 = m_3 = m_{ср}$
Наружные диаметры промежуточных вытяжек в интервале от колпака до последней вытяжки	d_1 d_2 d_3 d_n	$d_к m_{ср}$ $d_1 m_{ср}$ $d_2 m_{ср}$ $d_{n-1} m_{ср}$
Средние наклепы от утонения стенок вверху и внизу	$K_{ср}^в$	$\lg \frac{100}{100 - K_{ср}^в} = \frac{\lg t_к^в - \lg t_{изд}^в}{n}$
	$K_{ср}^н$	$\lg \frac{100}{100 - K_{ср}^н} = \frac{\lg t_к^н - \lg t_{изд}^н}{n}$

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Выбор величины коэфициента неравномерности распределения наклепов по вытяжкам	Δ	Целесообразно дать большой наклеп на первые вытяжки (0,1—0,2) $K_{ср}$ Неравномерность наклепа
Наклепы от утонения стенок вверху и виизу по всем операциям вытяжки	$K_1^в$ $K_2^в$ $K_1^н$	$K_{ср}^в + \Delta$ $K_{ср}^в + \Delta$ и т. д. $K_{ср} + \Delta$ и т. д. $nK_{ср}^в = K_1^в + K_2^в + K_n^в$ и $nK_{ср}^н = K_1^н + K_2^н + K_n^н$
Толщина стенок вверху и внизу для всех вытяжных переходов	$t_1^в$ $t_1^н$ $t_{n-1}^в$ $t_{n-1}^н$	$t_к^в\left(1 - \frac{K_1^в}{100}\right)$ $t_к^н\left(1 - \frac{K_1^н}{100}\right)$ $t_{n-2}^в\left(1 - \frac{K_{n-1}^в}{100}\right)$ $t_{n-2}^н\left(1 - \frac{K_{n-2}^в}{100}\right)$
Внутренние диаметры для вытяжных переходов в верхней и в нижней частях	$d_1^в$ $d_1^н$ $d_{n-1}^в$ $d_{n-1}^н$ $d_n^в$ $d_n^н$	$d_1 - 2t_n^в$ $d_1 - 2t_1^н$ $d_{n-1} - 2t_{n-1}^в$ $d_{n-1} - 2t_{n-1}^в$ $d - 2t_n^в$ $d - 2t_n^н$
Радиусы сопряжения дна и стенок	r_1 r_{n-1}	$r_k - x$ $r_{n-2} - x$ $x = \frac{r_k - r_{изд}}{n}$
Длины вытяжных переходов	n	$\frac{V_з - V_д}{0{,}785\left[d^2 - \left(\frac{d^в + d^н}{2}\right)^2\right]} + a$ или $\frac{D_к^2 \cdot a - d^2 \cdot a}{4\left(\frac{d_в + d_{ср}}{2}\right) t_{ср}}$

Численный пример. Определить линейные размеры вытяжек и их число для оболочки, показанной на фиг. 100. Объем оболочки 1360 *мм*³. Материал биметалл.

Расчет ведется в последовательности, указанной в табл. 53.

Определяемая величина	Обозначение	Формула и числовые величины
Объем изделия	V	≈ 1360 *мм*³
Отходы при изготовлении		По табл. 46 $X = 20\%$
Объем заготовки	$V_з$	$\frac{100V}{100-X} = \frac{100 \cdot 1360}{100-20} \approx 1715$ *мм*³
Толщина необходимого материала		$2t_{изд} = 2 \cdot (0{,}65 - 0{,}7) \approx 1{,}3 - 1{,}37$ *мм*
Диаметр кружка	$D_к$	$\sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{V_з}{a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1715}{\pi \cdot 1{,}3}} = \sqrt{1681} = 41$
Коэфициент свертки	m	По табл. $m = 0{,}585$ по данным Фрейдлина
Наружный диаметр колпачка	$d_к$	$mD_к = 0{,}585 \cdot 41 = 24$
Наклеп от утонения стенок для верха и низа	$K^в_{св}$ $K^н_{св}$	$K^в_{св} = 10\%$ по табл. 44 $K^н_{св} = 5\%$
Толщина стенок колпака вверху и внизу	$t^в_к$ $t^н_к$	$a\left(1-\frac{K^в_{св}}{100}\right) = 1{,}3\left(1-\frac{10}{100}\right) \approx 1{,}17$ $a\left(1-\frac{K^н_{св}}{100}\right) = 1{,}3\left(1-\frac{5}{100}\right) \approx 1{,}23$
Внутренние диаметры колпака вверху и внизу	$d^в_к$ $d^н_к$	$d_к - 2t^в_к = 24 - 2 \cdot 1{,}17 = 21{,}66$ $d_к - 2t^н_к = 24 - 2 \cdot 1{,}23 = 21{,}54$
Высота колпачка	$h_к$	$\frac{41^2 \cdot 1{,}3 - 24^2 \cdot 1{,}3}{4 \cdot 22{,}8 \cdot 1{,}2} \approx$ $\approx \frac{V_з - V_д}{0{,}785\left[d^2_к - \left(\frac{d^в_к + d^н_к}{2}\right)^2\right]} + a =$ $= \frac{1715 - \frac{\pi 24^2}{4} \cdot a}{0{,}785\left[\left(24^2 - \left(\frac{21{,}66+21{,}54}{2}\right)^2\right]\right.} +$ $+ 1{,}3 \approx 14$

Определяемая величина	Обозначение	Формула и числовые величины
Площадь поперечного сечения колпака вверху	$F_к^в$	$\frac{\pi}{4}(d_к^2 - d_к^{в^2}) = \frac{\pi}{4}(24^2 - 21 \cdot 66^2) = 83{,}7$ *мм²*
Площадь поперечного сечения изделия вверху	$f_n^в$	$\frac{\pi}{4}(d_n^2 - d_n^{в^2}) = \frac{\pi}{4}(13^2 - 11{,}6^2) \approx 27$
Средняя величина наклепа за одну вытяжку	$K_{ср}$	По табл. 44 $K_{ср} = 40\%$
Число вытяжек		$\frac{\lg F_к^в - \lg f_n^в}{\lg \frac{100}{100 - K_{ср}}} = \frac{\lg 83{,}7 - \lg 27}{\lg \frac{100}{100 - 40}} \approx 3$
Общий коэфициент изменения диаметра для получения готового изделия из выбранного колпака	m	$\frac{d_{изд}}{d_к} = \frac{13}{24} \approx 0{,}542$
Средний коэфициент изменения диаметра для одной вытяжки		$\frac{\lg m}{n} = \lg m_{ср}$; $\frac{\lg 0{,}542}{3} = \frac{\bar{1}{,}7340}{3} = \frac{0{,}2659}{3} = -0{,}08863 = \bar{1}{,}91137$; $m_{ср} = 0{,}8154$
Распределение коэфициентов диаметра по всем вытяжным операциям		Равномерное $m_1 = m_2 = m_3 = m_{ср} = 0{,}815$
Наружные диаметры промежуточных вытяжек в интервале от колпака до последней вытяжки	d_1 d_2 d_3	$d_к m_{ср} = 24{,}0 \cdot 815 = 19{,}56$ $d_1 m_{ср} = 19{,}56 \cdot 0{,}815 = 15{,}94$ $d_2 m_{ср} = 15{,}94 \cdot 0{,}815 \approx 13{,}0$
Средние наклепы от утонения стенок вверху и внизу	$K_{ср}^в$	$\lg \frac{100}{100 - K_{ср}^в} = \frac{\lg t_к^в - \lg t_{изд}^в}{n} = \frac{\lg 1{,}17 - \lg 0{,}7}{3} = 0{,}07436$ $K_{ср}^в = 15{,}4 \approx 16$ $\lg \frac{100}{100 - K_{ср}^н} = \frac{\lg t_к^н - \lg t_к^н}{n} = \lg \frac{1{,}23 - \lg 0{,}8}{3} = 0{,}06494$ $K_{ср}^н = 13{,}7$

Определяемая величина	Обозначение	Формула и числовые величины
Выбор величины коэфициента неравномерности распределения наклепов		Принимаем неравномерность на первых вытяжках 3%
Наклепы от утонения стенок вверху и внизу по всем операциям вытяжки	$K_1^в$	18%
	$K_2^в$	18%
	$K_3^в$	11%
		$K_{ср}^в = K_1^в + K_2^в + K_3^в = 18 + 18 + 11 = 47$
	$K_1^н$	15%
	$K_2^н$	15%
	$K_3^н$	10%
		$K_{ср}^н = K_1^н + K_2^н + K_3^н = 15 + 15 + 10 = 40$
Толщина стенок вверху и внизу для всех вытяжных переходов	$t_1^в$	$t_к^в\left(1-\frac{K_1^в}{100}\right)=1{,}17\left(1-\frac{18}{100}\right)=0{,}95$
	$t_2^в$	$t_1^в\left(1-\frac{K_2^в}{100}\right)=0{,}95\left(1-\frac{18}{100}\right)=0{,}79$
	$t_3^в$	$t_2^в\left(1-\frac{K_3^в}{100}\right)=0{,}79\left(1-\frac{11}{100}\right)\approx 0{,}70$
	$t_1^н$	$t_н^н\left(1-\frac{K_1^н}{100}\right)=1{,}23\left(1-\frac{15}{100}\right)=1{,}04$
	$t_2^н$	$t_1^н\left(1-\frac{K_2^н}{100}\right)=1{,}04\left(1-\frac{15}{100}\right)=0{,}89$
	$t_3^н$	$t_2^н\left(1-\frac{K_3^н}{100}\right)=0{,}88\left(1-\frac{10}{100}\right)\approx 0{,}8$
Внутренние диаметры для вытяжных переходов в верхней и в нижней частях	$d_1^в$	$d_1 - 2t_1^в = 19{,}56 - 2 \cdot 0{,}95 = 17{,}66$
	$d_2^в$	$d_2 - 2t_2^в = 15{,}94 - 2 \cdot 0{,}79 = 14{,}36$
	$d_3^в$	$d_3 - 2t_3^в = 13 - 2 \cdot 0{,}7 = 11{,}6$
	$d_1^н$	$d_1 - 2t_1^н = 19{,}56 - 2 \cdot 1{,}04 = 17{,}48$
	$d_2^н$	$d_2 - 2t_1^н = 15{,}94 - 2 \cdot 0{,}88 = 14{,}18$
	$d_3^н$	$d_3 - 2t_3^н = 13 - 2 \cdot 0{,}8 = 11{,}4$
Радиусы сопряжения дна и стенок	r_1	$x=\frac{r_к - r_{к\,изд}}{n}=\frac{2{,}4-1{,}5}{3}=0{,}3$
	r_2	$r_1 = r_к - x = 2{,}4 - 0{,}3 = 2{,}1$
	r_3	$r_2 = r_1 - x = 2{,}1 - 0{,}3 = 1{,}8$
		$r_3 = r_2 - x = 1{,}8 - 0{,}3 = 1{,}5$
Длины вытяжных переходов		$\frac{V_к - V_д}{0{,}785\left[d^2 - \left(\frac{d^в - d^н}{2}\right)^2\right]} + a$
	h_1	≈ 22
	h_2	≈ 38
	h_3	≈ 55

таких механических качеств, которые исключали бы возможность появления дефектов по прочности в процессе выстрела.

Анализ работы гильзы в момент выстрела приводит к выводу, что отдельные ее участки выполняют различную работу, а следовательно, и должны иметь различные механические свойства. В табл. 54 приводятся значения твердости американских, английских, немецких и русских гильз, измеренных на прессе Виккерса.

Таблица 54

Средние значения твердости американских, английских, немецких и русских гильз

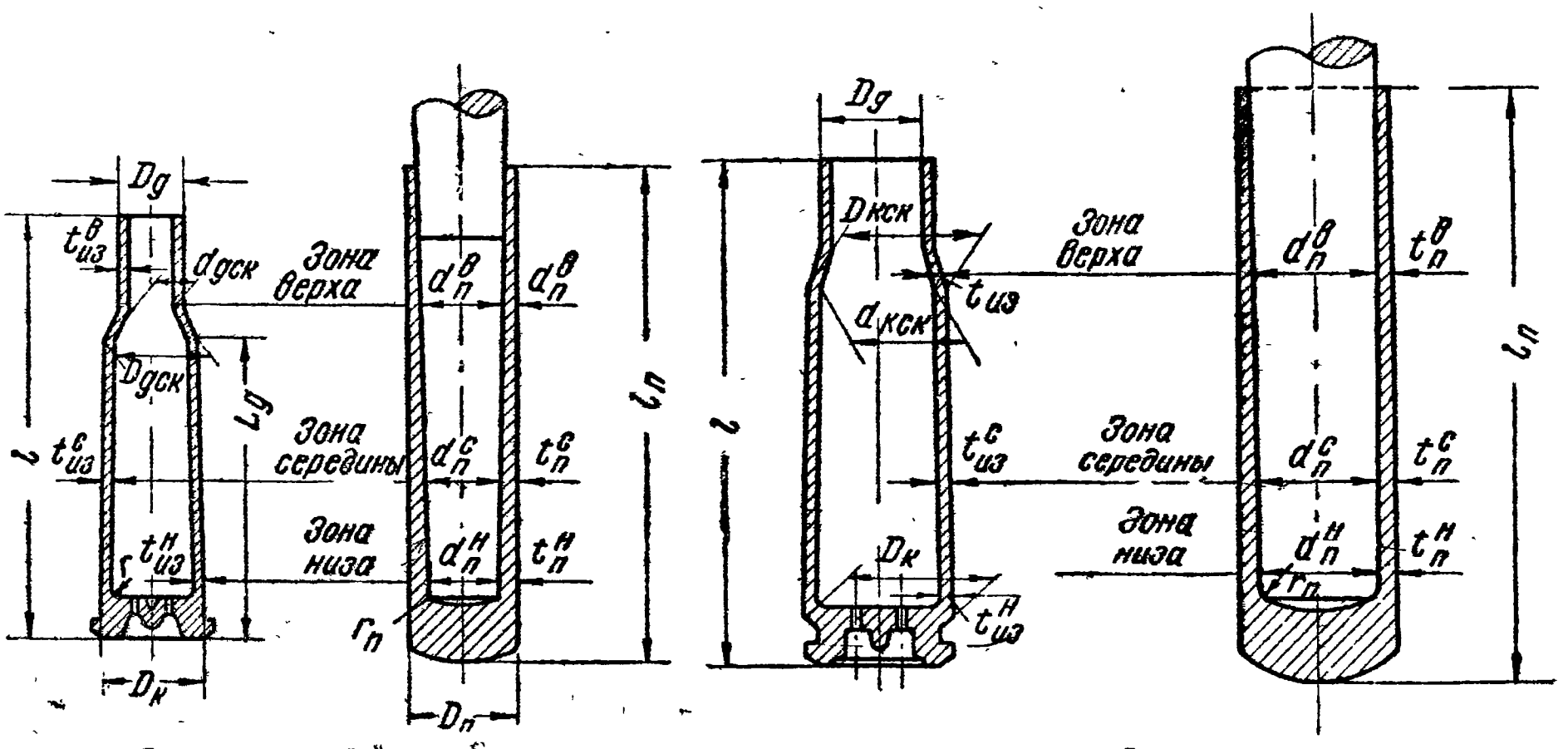
Наименование патрона и калибр, *мм*	Материал гильзы	Твердость по Виккерсу				
		шляпки	корпуса в шляпке	корпуса в середине	корпуса у ската	дульца
Пистолетный американский, калибр 11,43	Латунь гильзовая	175	175	180	165	—
Английский противотанковый, калибр 13,97	То же	156	155	175	120	125
Американский с бронебойной пулей, калибр 12,7	»	180	160	140	120	160
Американский с бронебойной пулей, калибр 7,62	»	170	190	180	130	—
Английский с трассирующей пулей, калибр 7,92	»	176	180	185	130	120
Гильза пистолетная, калибр 7,62	»	175—180	175—185	165—175	165—170	170—175
Гильза винтовочная, калибр 7,62	Биметалл	210—230	200—220	220—240	175—210	170—190
Гильза для авиационных пулеметов, калибр 12,7	Латунь	175—185	175—180	170—180	130—145	125—140
Гильза для противотанкового ружья, калибр 14,5	»	160—170	165—175	165—175	130—145	120—140

Твердость стальных гильз выше, чем у латунных; объяснение заключается в том, что необходимые для гильзы упругие свойства получаются при большем сопротивлении разрыву, а следовательно, и большей твердости.

Изменение механических свойств, а соответственно с этим и структуры по образующей гильзы, вызывает тугую экстракцию, выпадение капсюлей, отрывы и является причиной поперечных и продольных трещин и других дефектов.

Расчет размеров вытяжек приводим в табл. 55.

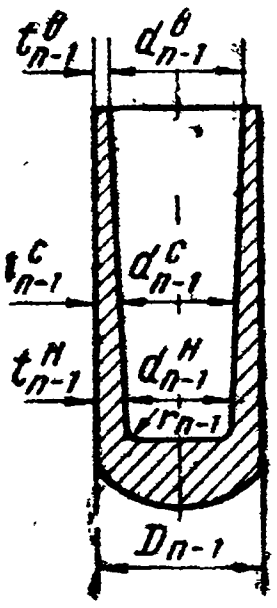
Расчет линейных размеров вытяжек и их числа для гильз боеприпасов стрелкового оружия и мелкокалиберных автоматических пушек



Гильзы калибра < 10 мм *Гильзы калибра > 10 мм*

Определяемая величина	Обозначения	Формула
Наружный диаметр последней вытяжки	$D_п$	$D_k(1-m)$, где $m=0{,}025-0{,}005$, для бутылочных и цилиндрических гильз
Внутренние диаметры в верхней, средней и нижней частях последней вытяжки для цилиндрических гильз	$d^н_п$ $d^с_п$ $d^в_п$	$D_п-2t^н_{из}$ $D_п-2t^с_{из}-2y$ $D_п-2t^в_{из}-2y$ $y=0{,}01-0{,}015$ ~ Толщины стенок изделия $t^н_{из}, t^с_{из}, t^в_{из}$ берутся минимальными для калибра >10 и средними для калибра <10 *мм*
Площадь поперечного сечения гильзы у ската	$S_{ск}$	$\frac{\pi}{4}(D^2_{k\,ск}-d^2_{k\,ск})$ $D_{k\,ск}$ — берется минимальным, а $d_{k\,ск}$ — средним
Площадь поперечного сечения полуфабриката в месте образования толщины стенок у ската и в верхней части последней вытяжки или у дульца у ската для гильз мелкого калибра	$S^в_п$ $S^в_{пд}$	$S_{ск}-0{,}05S_{ск}(D_п-D^{ср}_{k\,ср})$, где $D^{ср}_{k\,ск}$ — средний диаметр корпуса гильзы у ската $\frac{\pi}{4}(D^2_{д.ск}-d^2_{д.ск})$

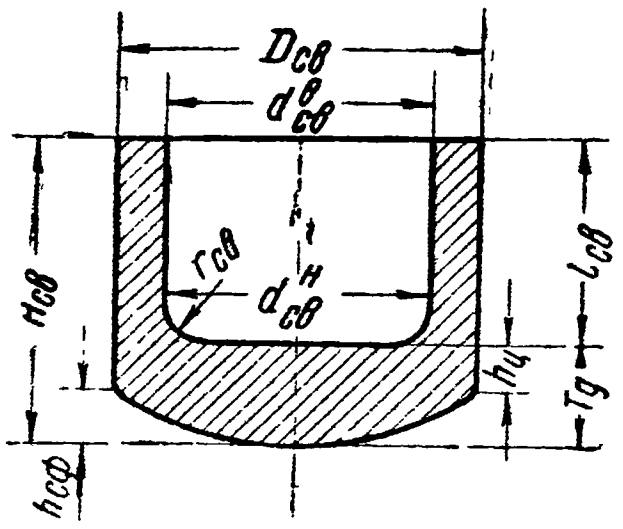
Определяемая величина	Обозначения	Формула
Внутренние диаметры в верхней, средней и нижней частях последней вытяжки бутылочных гильз	$d_n^{н}$	$D_n - 2t_{изд}^{н}$
	$d_n^{с}$	$D_n - 2t_{изд}^{с} - 2y$
	$d_n^{в}$	$\sqrt{D_n^2 - \frac{S_n^{в}}{0{,}785}}$ для гильз калибра > 12 *м*
	$d_n^{в}$	$\sqrt{D_n^2 - \frac{S_{n\,д}^{в}}{0{,}785}}$ для гильз калибра < 12 *м*
Радиус сопряжения дна и стенок на последней вытяжке	r_n	В зависимости от формы дна гильзы (правила выбора радиусов — см. раздел „Вытяжки")
Расстояние между внутренними диаметрами на полуфабрикате последней вытяжки		По чертежу гильзы
Длина последней вытяжки	l_n	$Q(l+r)+f+\frac{V_3 x_1}{25\pi(D_n^2 - d_n^{с2})}$ $Q=0{,}97 \div 0{,}99$; f — припуск на подрезку r — сжатие металла $=0{,}3$ толщины дна гильзы $V_3 x_1$ — объем отрезаемого колечка в зависимости от объема заготовки для гильзы
Внутренний диаметр в нижней и средних частях предпоследней вытяжки	$d_{n-1}^{с}$	$d_n^{с} + 0{,}15 - 0{,}35$ *мм*
	$d_{n-1}^{н}$	$d_n^{н} + 0{,}15 - 0{,}35$ *мм*
Наклепы от изменения сечения (диаметра и толщины стенок) на предпоследней вытяжке в средней части и вверху	$K_n^{с}$	В зависимости от требуемых механических качеств по корпусу гильзы
	$K_n^{в}$	Опытные наклепы — по табл. 44



Определяемая величина	Обозначение	Формула
Наружный диаметр предпоследней вытяжки	D_{n-1}	$\sqrt{\left(\frac{K_n^c}{100}+1\right)(D_n^2-d_n^{c^2})+d_{n-1}^{c^2}}$
Толщины стенок предпоследней вытяжки внизу, в середине и вверху	$t_{n-1}^н$	$\frac{D_{n-1}-d_{n-1}^н}{2}$
	t_{n-1}^c	$\frac{D_{n-1}-d_{n-1}^c}{2}$
	$t_{n-1}^в$	$\frac{D_{n-1}-d_{n-1}^в}{2}$
Внутренний диаметр предпоследней вытяжки сверху	d_{n-1}	$\sqrt{D_{n-1}^2-\left(\frac{K_n^в}{100}+1\right)(D_n^2-d_n^{в^2})}$
Толщина стенок колпака в верхней части	$t_{св}^в$	$a\Sigma_{св}^в=\frac{a}{\frac{K_{св}^в}{100}+1}$, где $\Sigma_{св}^в$ — коэфициент изменения толщины стенок, $K_{св}^в$ — наклеп от изменения толщины стенки (определяют по табл. 44)
Число вытяжек	n	$\frac{\lg t_{n-1}^в-\lg t_{св}^в}{\lg \Sigma_Δ^в}+1=\frac{\lg t_{n-1}^в-\lg t_{св}^в}{\lg\left(\frac{K_Δ^в}{100}+1\right)}+1$ или $\frac{\lg \Sigma_σ^в}{\lg \Sigma_Δ^в}+1$
Суммарный коэфициент изменения сечения стенок вверху	$\varepsilon_σ^в$	$\frac{t_{n-1}^в}{t_{св}^в}$
Средние значения коэфициента изменения стенок на вытяжках вверху	$\varepsilon_Δ^в$	$K_Δ^в$ — средний наклеп на вытяжки (определяют по табл. 44) $\frac{1}{\frac{K_Δ^в}{100}+1}$

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Объем гильзы	V	$V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$
Потери при изготовлении	X	По табл. 51
Объем заготовки	V_3	$\frac{100V}{100 - X}$
Толщина исходного материала	a	$\left[t_n + \frac{h(D^2 - d^2)}{D^2} - h\frac{d^2}{D^2}\right]\alpha$ или по формуле для гильз со шляпкой $\alpha\left[t_n + \frac{h(D^2 - d^2)}{D^2} + \frac{h(D_1^2 - D^2)}{D_1^2} + h\frac{d^2}{D^2}\right]\alpha$
Диаметр заготовочного кружка	D_3	$\sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{V_3}{a}}$
Толщина стенок вверху и на промежуточных вытяжках	$t^{в}_{n-2}$ $t^{в}_{n-3}$	$\Sigma^{в}_{\Delta}$ и $K^{в}_{\Delta}$ брать действительные, т. е. скорректированные на число вытяжек, если таковые были округлены $\frac{t^{в}_{n-1}}{\Sigma^{в}_{\Delta}} = \frac{t_{n-1}}{\frac{K^{в}_{\Delta}}{100} + 1}$ $\frac{t^{в}_{n-2}}{\Sigma^{в}_{\Delta}} = \frac{t^{в}_{n-2}}{\frac{K^{н}_{\Delta}}{100} + 1}$ и т. д.
Толщина стенок внизу на промежуточных вытяжках	$t^{н}_{n-2}$ $t^{н}_{n-3}$	$\frac{t^{н}_{n-1}}{\Sigma^{н}_{\Delta}} = \frac{t^{н}_{n-1}}{\frac{K^{н}_{\Delta}}{100} + 1}$ $\frac{t_{n-2}}{\Sigma^{н}_{\Delta}}\ \frac{t_{n-2}}{\frac{K^{н}_{\Delta}}{100} + 1}$ и т. д.
Толщина стенок колпачка внизу	$t^{н}_{св}$	$a\varepsilon^{н}_{св} = \frac{a}{\frac{K^{н}_{св}}{100} + 1}$ $K^{н}_{св}$ — по табл. 53

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Суммарный коэфициент утонения стенок внизу	$\varepsilon_{\sigma}^{н}$	$\frac{t_{n-1}^{н}}{t_{св}^{н}}$
Средний коэфициент утонения на вытяжках внизу	$\varepsilon_{\Delta}^{н}$	$\lg \varepsilon_{\Delta}^{н} = \frac{\lg \varepsilon_{\sigma}^{н}}{n-1}$
Внутренние диаметры для вытяжных переходов в нижней части	$d_{n-2}^{н}$	$d_{n-1}^{н} + \sigma$
	$d_{n-3}^{н}$	$d_{n-2}^{н} + \sigma$
	$d_{n-(n-1)}^{н}$	$d_{n-(n-2)}^{н} + \sigma$
		σ—зазор, обеспечивающий вхождение пуансона, равный 0,2—0,45 *мм*
Наружные диаметры промежуточных вытяжек	D_{n-2}	$d_{n-2}^{н} + 2t_{n-2}^{н}$
	D_{n-3}	$d_{n-3}^{н} + 2t_{n-3}^{н}$
	$D_{n-(n-1)}$	$d_{n-(n-1)}^{н} + 2t_{n-(n-1)}^{н}$
Внутренние диаметры промежуточных вытяжек вверху	$d_{n-2}^{в}$	$D_{n-2} - 2t_{n-2}^{в}$
	$d_{n-3}^{в}$	$D_{n-3} - 2t_{n-3}^{в}$
	$d_{n-(n-1)}^{в}$	$D_{n-(n-1)} - 2t_{n-(n-1)}^{в}$
Внутренние диаметры промежуточных вытяжек в середине	$d_{n-2}^{в}$	$d_{n-1}^{с} + \sigma$
	$d_{n-3}^{с}$	$d_{n-2}^{с} + \sigma$
	$d_{n-(n-1)}^{с}$	$d_{n-(n-2)}^{с} + \sigma$
Радиус сопряжения дна и стенок колпака		$r = 0,5a$ до $0,7a$ при $a = 2-6$ *мм* $> 0,25a < 0,3d_{св}^{н}$ для $a > 6$ *мм*
Средняя разность между радиусами сопряжения дна, стенок свертки и последней вытяжки	x	$\frac{r_{св} - r_n}{n}$
Радиусы сопряжения дна и стенок на промежуточных вытяжках	r_1	$r_{св} - x$
	r_2	$r_1 - x$
	r_n	$r_{n-1} - x$

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Высота колпачка (ориентировочная) 	$H_{св}$	$l_{св}=\frac{l_{св}+a}{\frac{D_k^2 a-0{,}85\,[0{,}5h_{сф}\,(D_{св}^2+1{,}34h_{сф}^2)}{D_{св}^2-d_{св}^{ср^2}}+}{}+\frac{D_{св}^2 h_{св}+0{,}86r_{св}^2\,(d_{св}^{ср}+4{,}2r_{ц})]}{D_{св}^2-d_{св}^{ср^2}}$ $d_{св}^{ср}=\frac{d_{св}^{в}+d_{св}^{н}}{2}$ $h_{ц}=T_{д}-h_{сф};\ h_{сф}=\frac{D_{св}+r_{св}}{6}$ $T_{д}=a-\frac{0{,}5D_{з}\cdot a}{D_{св}t_{св}^{н}+r_{св}^3+r_0^3}$ r_0 — радиус сверточной матрицы
Расстояние между внутренними диаметрами вверху и внизу (ориентировочно)	l_1	$\frac{K_1^{ср}l_{св}}{100}+l_{св}$ $K_1^{ср}=\frac{F_{св}^{ср}-F_1^{ср}}{F_1^{ср}}\cdot 100$ $F_{св}^{ср}=\frac{F_{св}^{ср}+F_{св}^{н}}{2}$ $F_1^{ср}=0{,}785\,(D_1^2-d_1^{ср^2})$ $\frac{K_2^{ср}l_1}{100}+l_1$

Наряду с рассмотренными формулами, для расчета размеров вытяжек изделий, имеющих различную толщину стенок и дна, в ряде стран Европы применяется способ расчета гильз, разработанный Коломбинским. Особенностью этого способа является расчет по относительным удлинениям.

Расчет довольно сложен и поэтому он широко не применяется, что и дает нам право опустить его описание.

ГЛАВА VII

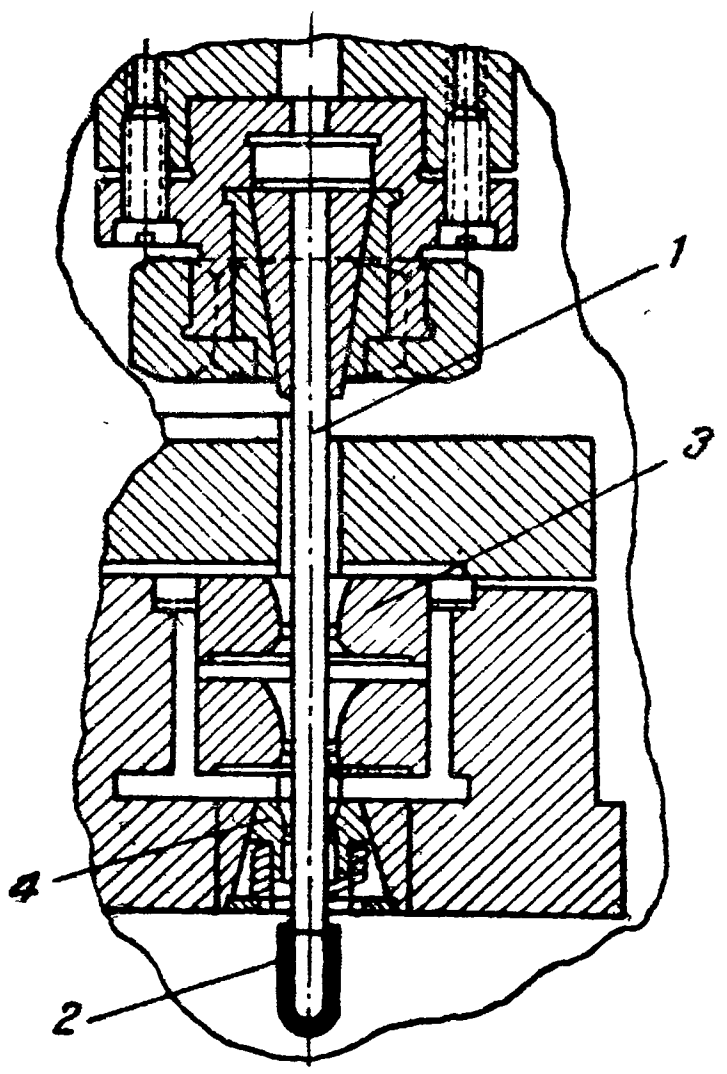
ВЫТЯЖКИ

§ 1. Технология вытяжки

Вытяжка, т. е. изменение диаметральных размеров и толщины стенок заготовки, имеющей форму колпачка, применяется для:

1) создания требуемых по чертежу размеров и

2) придания готовому изделию совместно с термической обработкой необходимых и отличных от материала заготовки механических качеств.



Фиг. 101. Схема установки инструмента для вытяжки.

Процесс вытяжки в общем виде (фиг. 101) представляется так: пуансон *1*, заходящий в колпачок-заготовку *2* с зазором, при своем движении вперед заставляет проходить ее через одну или две матрицы *3*, расположенные на одной оси с пуансоном. Так как диаметр рабочей части матриц меньше наружного диаметра заготовки, сечение изменяется, т. е. уменьшаются диаметр и толщина стенки при одновременном увеличении длины.

Протянутое таким образом изделие плотно прилегает к поверхности пуансона. Для снятия изделия с пуансона непосредственно за матрицами установлена пружинная съемка *4*, охватывающая пуансон.

При обратном ходе пуансона край заготовки, опираясь на нижнюю кромку съемки, освобождает пуансон от вытянутого изделия.

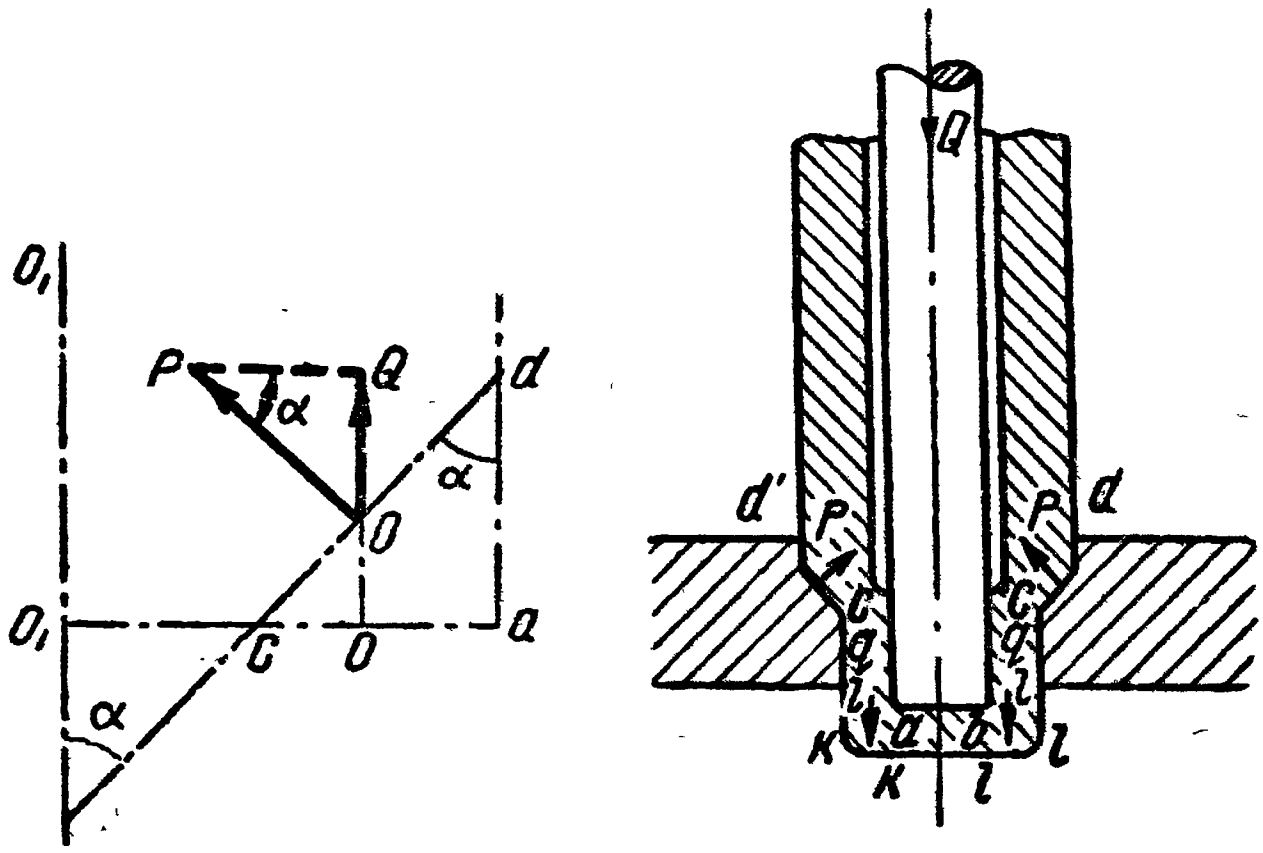
При вытяжке колпачка через матрицу (фиг. 102—103) толкающее усилие пуансона Q, встречая сопротивление дна колпачка $a—b$, преобразуется в элементарные тянущие усилия q, равномерно распределенные по кольцевому сечению протягиваемого колпачка, т. е.

$$\Sigma q = Q.$$

Так как диаметр рабочего отверстия вытяжной матрицы меньше диаметра колпачка, поступающего на вытяжку, то наружные слои ме-

талла, не имея возможности сразу пройти через отверстие матрицы, несколько оттесняются назад в направлении, обратном направлению вытяжки. Эти наружные слои металла, будучи, однако, связаны с остальной массой металла колпачка заготовки, постепенно втягиваются в отверстие матрицы; при этом вследствие уменьшения наружного диаметра колпачка увеличивается его длина.

Все рассмотренные выше явления характеризуют только изменения диаметрального размера колпачка заготовки вне зависимости от верхней конической оси части рабочего отверстия вытяжной матрицы, так как элементарные усилия q, втягивающие колпачок в отверстие вытяжного кольца, не могут сами по себе вызвать его сбжатия и уменьшения внутренних размеров.



Фиг. 102. Схема усилий на вытяжке.

На конической поверхности вытяжной матрицы $c—d$ возникают элементарные реакции p, $\Sigma p = P$, вызывающие обжатие колпачка, а, значит, и уменьшение его наружного и внутреннего диаметров.

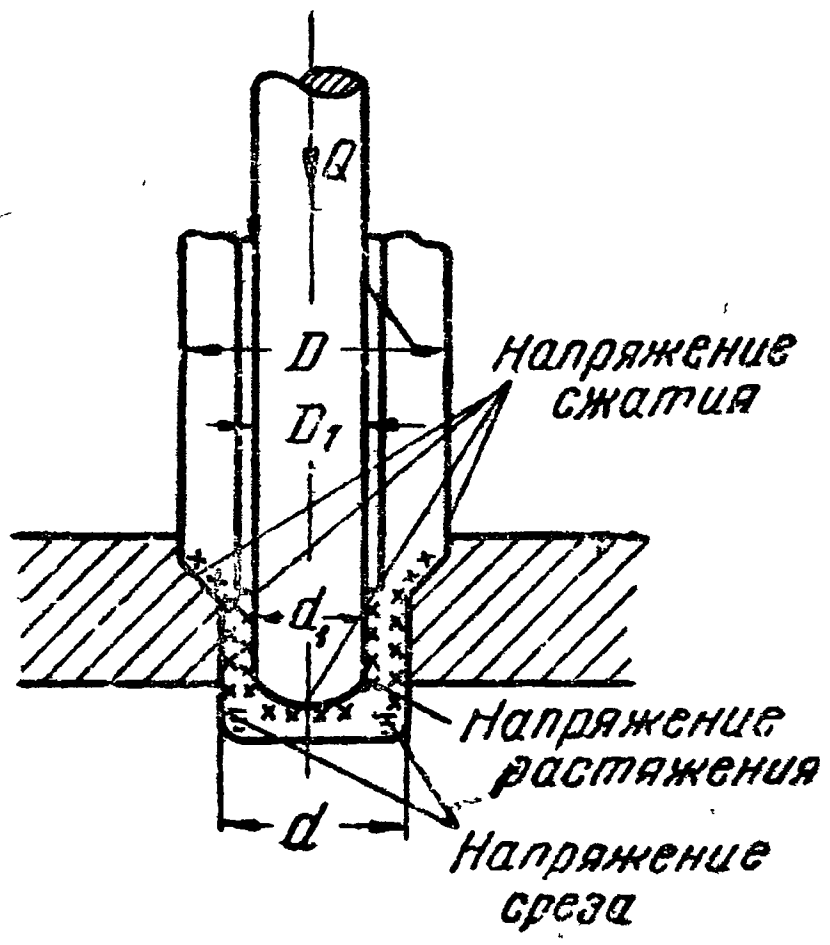
Таким образом давление пуансона Q и силы реакции P конической поверхности вытяжной матрицы вызывают образование местных очагов сжатия в дне колпачка заготовки $a—b$ и в наружных слоях его $c—d$, соприкасающихся с рабочей поверхностью вытяжной матрицы. Помимо того, упругая реакция металла колпачка заготовки, введенного в цилиндрическую часть вытяжной матрицы, также вызывает образование местных очагов сжатия в участках $c—1$ и $c_1—l_1$. Вместе с тем часть внутренних слоев колпачка заготовки, находящаяся во время вытяжки ниже конической поверхности вытяжной матрицы, испытывает большое напряжение растяжений, приводящее иногда при вытягивании заготовки к разрыву ее по сечению $1—l_1$. Необходимо также отметить напряжения среза во время вытяжки колпачка заготовки в местах перехода от Ka и bl сжимаемого дна к растягиваемым слоям металла. Эти напряжения среза достигают иногда такой величины, что дно колпачка при его вытяжке выдавливается.

Таким образом при вытяжке колпачка через вытяжные матрицы отдельные слои его испытывают в различных своих частях напряжения сжатия-растяжения и даже среза, как это показано на фиг. 103. Часть этих напряжений является остаточной.

Если же принять во внимание, что вытяжка в практике производства патронов производится, как празило, через две матрицы, а в последнее время для вытяжки пульных оболочек иногда применяют три матрицы, отчего различные напряжения в металле попеременно меня-

ются, то ясно станет, что наибольшую опасность для разрыва колпачка заготовки во время вытяжки представят напряжения в металле, меняющиеся от максимального отрицательного значения до максимально положительной величины (и обратно). Прочность металла при подобных напряжениях приближается к пределу упругости; поэтому допускаемое напряжение в этом случае можно принять равным лишь 0,5 от допускаемого напряжения при спокойной нагрузке.

Остаточные внутренние напряжения в протянутом изделии могут выявиться при дальнейшей обработке или даже дальнейшем хранении изделия. Так, заготовки, имеющие недостаточный отжиг, но подвергаемые во время вытяжки слишком большим и часто меняющимся напряжениям вследствие близкого расположения вытяжных матриц друг от друга и значительной вытяжки, дают трещины, а иногда и разрывы. Знакомство с сущностью процесса вытяжки полых изделий при одновременном изменении диаметра и толщины стенок (что часто наблюдается в практике патронных заводов) позволяет нам перейти к расчету усилий вытяжки.



Фиг. 103. Схема напряжений при вытяжке.

Усилие вытяжки зависит от ряда факторов, степень влияния и значение которых различны. Наиболее существенными из них являются:

1) изменение размеров поперечного сечения вытягиваемого изделия;

2) механические характеристики материала вытягиваемого изделия;

3) состояние поверхности заготовки, инструмента и качество смазки;

4) профиль вытяжной матрицы.

На основании ряда исследований и практики работы заводов, изготовляющих изделия вытяжкой, как с утонением стенок, так и без утонения, установлено, что:

а) усилие вытяжки при всех прочих равных условиях вытяжки тем больше, чем меньше величина отношения диаметра изделия к диаметру заготовки; величина усилия вытяжки тем больше, чем больше величины утонения;

б) усилие вытяжки тем больше, чем выше сопротивление разрыву вытягиваемого изделия;

в) увеличение сил трения увеличивает величину усилия вытяжки; силы же трения зависят от механических свойств металла и наклепа: чем мягче металл, тем выше коэфициент трения, чем выше наклеп, тем больше силы трения; силы трения зависят также от смазки и состояния поверхности заготовки и инструмента; практикой установлено, что усилие вытяжки может быть уменьшено путем применения инструмента с более твердой рабочей поверхностью (т. е. усилие вытяжки на матрицах из победита должно быть меньше, чем на матрицах из углеродистой стали), полировки инструмента, гладкой поверхности заготовок и тщательного подбора смазки для вытяжки;

г) усилие вытяжки зависит от профиля вытяжных матриц; в матрицах, имеющих сферический профиль, оно больше на 15—30%, чем у конических.

В свою очередь в конических матрицах усилие в значительной степени зависит от угла конуса матрицы. Отсутствие исследовательских работ в области глубокой вытяжки не дает возможности установить

зависимость между приведенными факторами и степенью их влияния на величину усилия.

До сих пор для расчета усилия при вытяжке пользуются эмпирическими формулами (табл. 56).

Таблица 56

Формулы для расчета усилий вытяжки

Характеристика усилий вытяжки	Формулы
Вытяжка без складкодержателя и без утонения стенок	$P_0 = \pi d_n a\, \sigma_b b_2 \left(\frac{D_{n-1}}{d_n} - 1\right)$ $P = \pi d t\, \sigma_b K.$
Вытяжка со складкодержателем, но без утонения стенок	$P_2\, \pi d_n a\, \sigma_b b_2 \left(\frac{D_{n-1}}{d_n} - 1\right)$ $P = \pi d a\, \sigma_b \left(\frac{D_{n-1}}{d_n} - 0{,}65\right) 1{,}25$
Вытяжка с утонением стенок и изменением диаметра через одну матрицу	$P = \sigma_b \left(F_{n-1} - F'_n\right)(1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha) +$ $+ \sigma_b (D_{n-1} - d_n)\, t_n (1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)$ или $P = \pi d_n i\ \sigma_{ут}$
Вытяжка через две матрицы	$P = \sigma (F_{n-1} - F'_n)(1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha) +$ $+ \sigma_n (D_{n-1} - d)\ t_n (1 + \mu \operatorname{tg} \alpha) +$ $+ (F' - F_n)(1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha).$

В формулах приняты обозначения:

P — усилие вытяжки, *кг*;

$\sigma_{ут}$ — сопротивление деформации при утонении (в *кг/мм*^{2}), равное для:

латуни — 1,6 — 1,8 σ_b;
стали — 1,8 — 2,25 σ_b;

σ_b — сопротивление разрыву с учетом наклепа, *кг/мм*^{2};

i — величина утонения стенки, равная $t_{n-1} - t_n$, т. е. разнице в толщине стенки заготовок до вытяжки и после вытяжки, *мм*;

t — толщина стенки заготовки, *мм*;

b_2 — коэфициент, величина которого определяется по следующим данным

	Без складкодержателя	Со складкодержателем
Вытяжка без межоперационной термической обработки	2,3	2,7
Вытяжка с межоперационной обработкой	1,6	1,9

K — коэфициент, значение которого определяют по табл. 34;

d_n — диаметр изделия после вытяжки, *мм*;

D_{n-1} — диаметр заготовки, поступающей на вытяжку, *мм*;

F_{n-1} — площадь поперечного сечения заготовки, *мм*^{2};

F_n — площадь поперечного сечения изделия после вытяжки через нижнюю матрицу, *мм*^{2};

F'_n — площадь поперечного сечения полуфабриката после вытяжки через верхнюю матрицу, *мм*^{2};

t_n — толщина стенок после вытяжки, *мм*;
μ — коэфициент трения, равный 0,15÷0,25;
α — рабочий угол вытяжной матрицы в градусах.

Примечание. Если вытяжка производится через две или несколько матриц, определение суммарной силы производится для двух каких-либо сечений, из которых одно отнесено к верхней матрице, а другое—к нижней.

Вследствие значительного обжатия вытянутое изделие, как правило, остается на пуансоне. Усилие для снятия изделия с пуансона может быть взято в зависимости от усилия вытяжки, т. е.

$$P_a = (0{,}01 \div 0{,}03)P.$$

Заметим, что чем длиннее вытягиваемое изделие, тем больше P_0.

Выше указывалось, что величина усилия в значительной степени зависит от смазки.

Выбор смазочного материала для глубокой вытяжки обычно производится на основе практических данных. В настоящее время применяются следующие смазки:

а) мыльная эмульсия для вырубки и свертки колпачков, всех вытяжек и обжима гильз из латуни;

б) мыльная эмульсия или эмульсия с 8—10%-ной концентрацией из паст Л или Т или эмульсола для вытяжки и свертки колпачков из биметалла;

в) специальная смазка, состоящая из 30% графита, 20% меловой пудры и 50% мыльной воды, для вырубки и свертки из голого железа.

Примечание. Графит и меловая пудра засыпаются в кипящий мыльный раствор.

Для вытяжек из голого железа до настоящего времени еще не найдена удовлетворительная смазка.

§ 2. Инструмент для вытяжки и его крепление

Комплект инструмента для вытяжки состоит из:

а) вытяжного пуансона;

б) вытяжных матриц, число которых зависит от условий работы (от одной до трех);

в) устройства для снятия изделия с пуансона после вытяжки;

г) приспособления для крепления пуансона, матриц и съемки.

А. Вытяжные пуансоны

Вытяжной пуансон, представляющий собой стержень, состоит из трех частей: рабочей, шейки и головки для крепления.

Для более полного использования материала пуансоны иногда делают двухсторонними.

Двухсторонние пуансоны можно изготовлять только в том случае, если:

1) длина вытяжки меньше длины крепежной части пуансона;

2) пуансон зажимается цангой.

Рабочую часть вытяжного пуансона в зависимости от назначения выполняют весьма разнообразно. Наиболее распространенные типы рабочих частей пуансонов показаны на фиг. 104.

Тип *I*. Пуансон имеет коническую форму, применяется для первичных вытяжек гильз и для всех вытяжек пульных оболочек, стаканчиков и трубчатых сердечников.

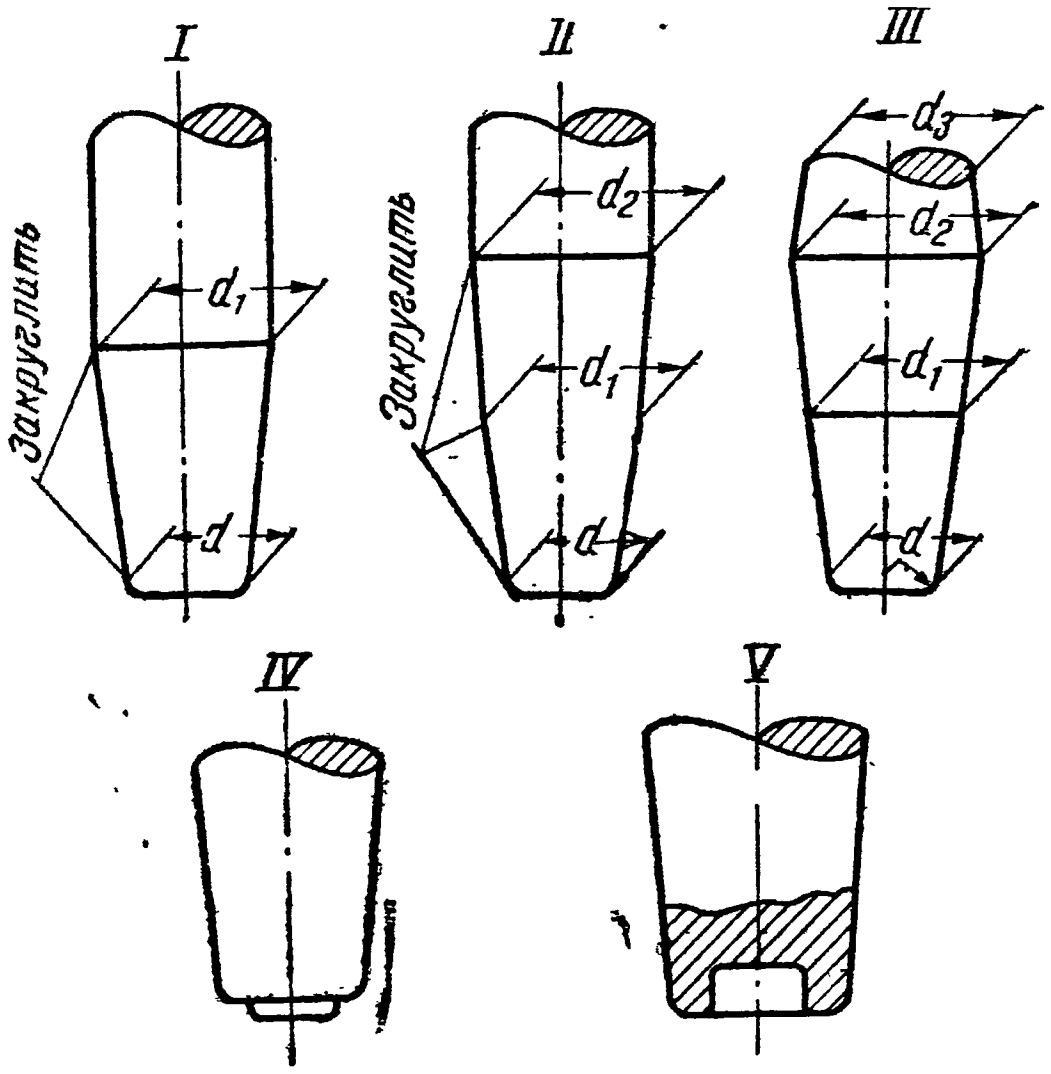
Тип *II*. Пуансон отличается от типа *I* только тем, что вместо одного конуса имеет два. Иногда конусы заменяются сочетанием криво-

линейных фигур. Такой тип рабочей части обычно применяется для последних вытяжек гильз.

Тип *III*. Пуансон аналогичен пуансону типа *II*, но имеет обратный конус. Обратный конус способствует лучшему съему вытянутого изделия с пуансона и при тонких стенках — уменьшению брака по продольным трещинам и является одним из средств борьбы с поперечными отрывами гильз при стрельбе.

Тип *IV*. Пуансон с уступом применяется для увеличения запаса металла в дне и на первых вытяжных операциях. Торец пуансона своей кромкой как бы «запирает» при вытяжке запас металла в дне и препятствует его вытеканию в стенки полуфабриката.

Тип *V*. Пуансон по форме боковой поверхности выполнен по одному из первых трех типов, отличаясь от них формой торца. На торцевой поверхности сделаны выемки. Применяется при производстве гильз в тех случаях, когда между операцией вытяжки есть операции формообразования дна.



Фиг. 104. Рабочая часть вытяжных пуансонов.

Крепление пуансонов зависит от конструкции ползуна пресса. Наиболее характерные типы показаны на фиг. 105.

В креплении первого типа (фиг. 105,*а*) пуансон вставляется в каленую коническую разрезную гильзу (цангу) *1*, установленную во втулке *2*, которая удерживается гайкой *3*, навинчиваемой на колодку *4* ползуна пресса. Конец хвостовика пуансона упирается в каленую шашку *5*, что предохраняет колодку от изнашивания, а следовательно, и выхода ее из строя. Этот способ крепления применяется для всех вытяжных пуансонов за исключением вытяжек гильз калибра от 12 до 23 *мм*.

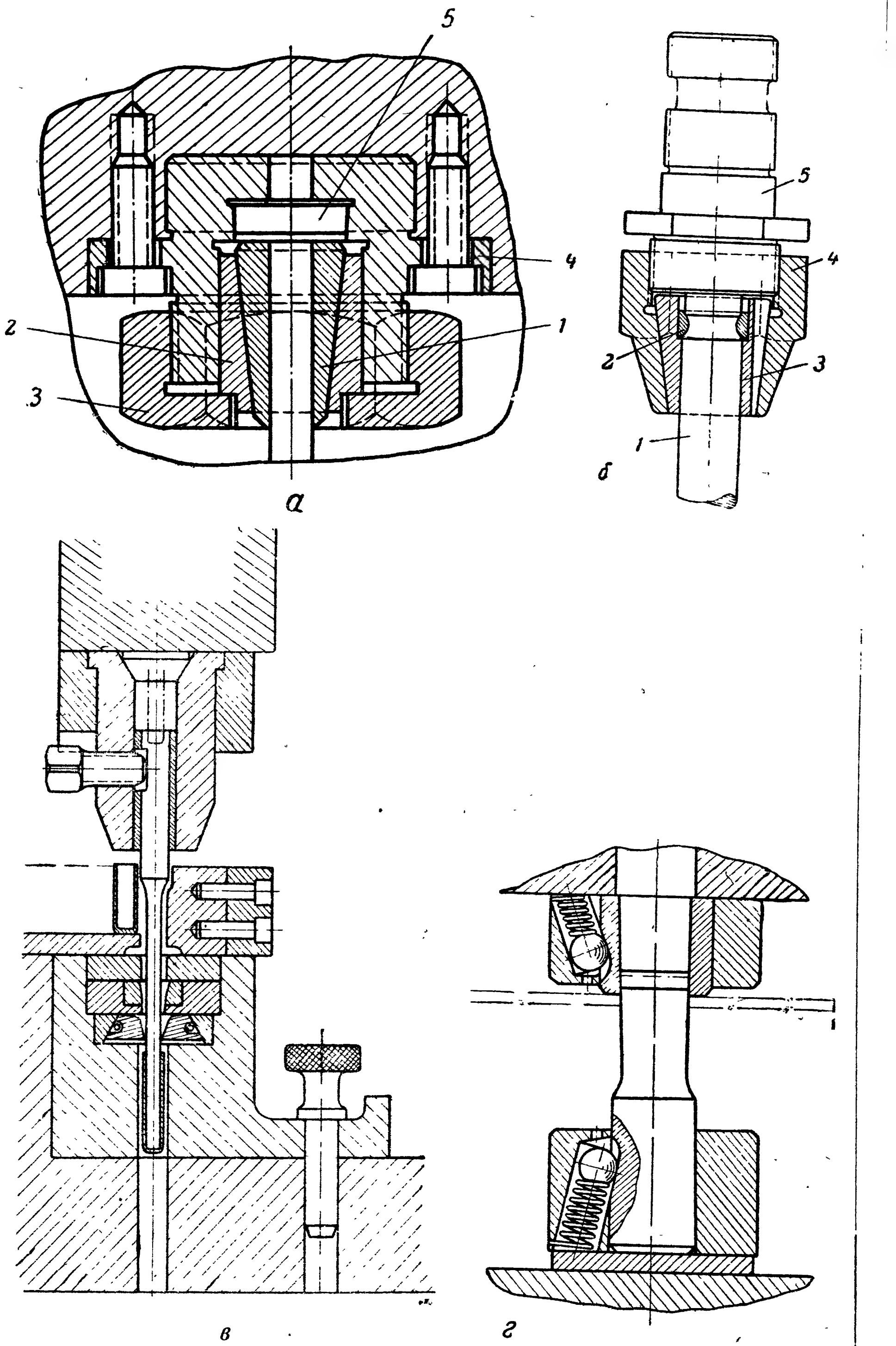
Второй тип (*б*) отличается от первого тем, что пуансон *1* в своей крепежной части имеет сферическую выточку, в которую помещают разрезное кольцо *2*, вставленное в каленую коническую разрезную гильзу (цангу) *3*, которая удерживается гайкой *4*, навинчиваемой на колодку *5* ползуна пресса. Этот способ крепления применяется только при вытяжке гильз калибра от 12 до 23 *мм*.

Остальные способы крепления — винтом (тип *в*), шариком (тип *г*)— распространены в общем машиностроении, но не нашли еще широкого применения в патронной промышленности, хотя их можно с успехом использовать, в особенности для легких вытяжных работ.

Материалом для вытяжных пуансонов служит углеродистая инструментальная сталь марок У10А—У12А. Твердость после термообработки:

а) рабочей части $R_c = 59—61$;
б) крепежной части $R_c = 35—45$.

Для повышения сроков службы рабочую часть пуансонов хромируют. Толщина покрытия хромом от 0,02 до 0,03 *мм*.



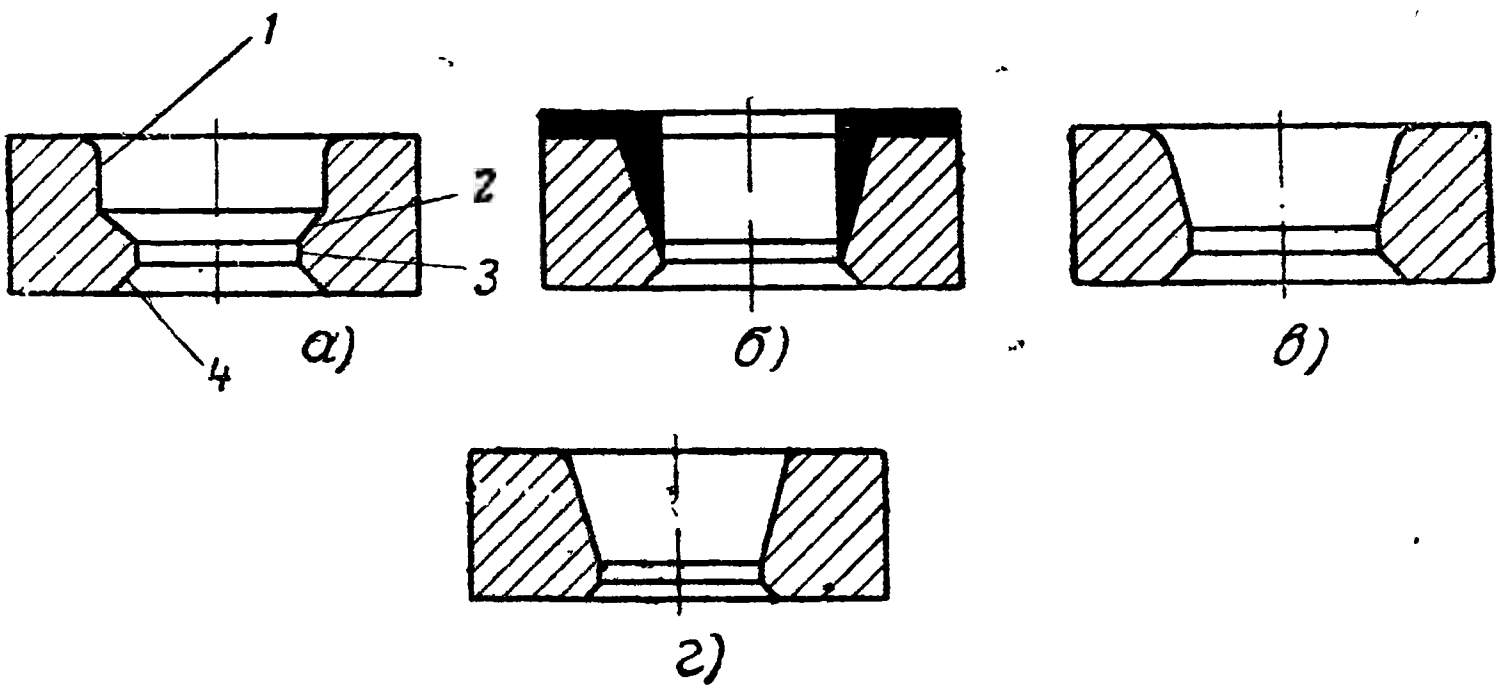
Фиг. 105. Крепление вытяжных пуансонов:

а—в цанге; *б*—в цанге кольцом; *в*—винтом; *г*— шариком.

Б. Матрицы для вытяжки

В целях повышения сроков службы обычно матриц для вытяжки делают две. Типы вытяжных матриц показаны на фиг. 106.

Рабочая часть матриц первого типа (фиг. 106, *а*) состоит из цилиндрической направляющей части *1*, ската *2*, пояска *3* и фаски *4*. Такие матрицы применяются только как верхние матрицы на первой вытяжке при малой высоте колпачка, т. е. когда высота колпачка

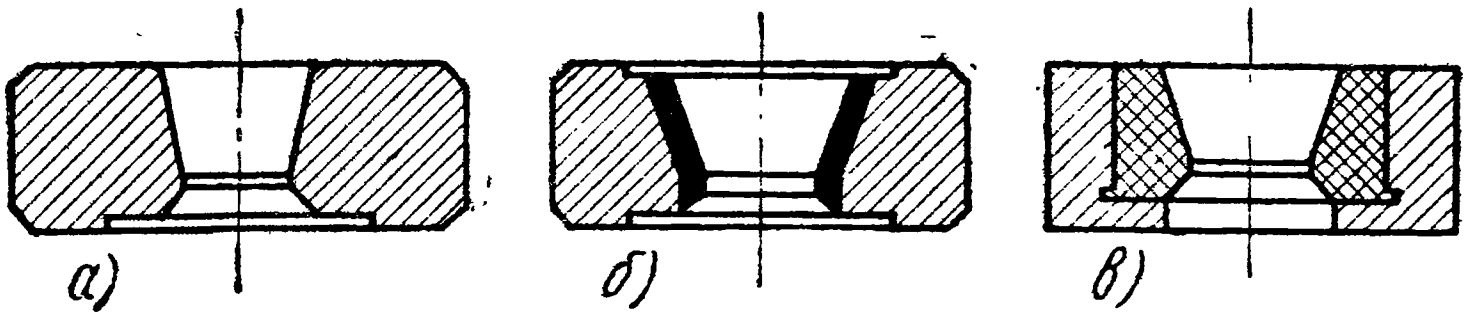


Фиг. 106. Типы вытяжных матриц:

а—матрица с направляющей; *б*—матрица с кольцом; *в*—матрица со сферической рабочей частью; *г*—матрица с конической рабочей частью.

исключает другие виды правильной фиксации положения. Иногда цилиндрическую направляющую часть заменяют накладным кольцом, выполняя его так, как это показано для матриц второго типа (фиг. 106, *б*).

Третий и четвертый типы (фиг. 106, *в* и *г*) применяют в основном для вытяжных работ. Отличаются они друг от друга формой ската: у матриц четвертого типа скат конический, а у третьего типа — радиусный. Конический скат является одним из основных в патронной промышленности как наиболее простой в изготовлении. Однако недостатком его следует считать наличие остаточных напряжений, что, особенно при вытяжке латунных гильз, приводит к саморастрескиванию. От этого дефекта свободна матрица третьего типа (фиг. 106,*в*).



Фиг. 107. Типы матриц:

а—цельная матрица; *б*—матрица, наплавленная сормайтом; *в*—матрица с вкладышем из твердого сплава.

В зависимости от характера материала изготовляют различные типы матриц (фиг. 107): цельные матрицы (фиг. 107, *а*), с наплавленной рабочей частью (фиг. 107, *б*) и из металлокерамического сплава (фиг. 107, *в*), запрессованные в корпус из обычной стали. Вытяжные матрицы, как правило, применяются плавающие. В этом случае матрицы вставляют в колодку с зазором по диаметру 0,3—0,1 *мм*.

Материалом для изготовления вытяжных матриц служит:

1) углеродистая инструментальная сталь марки У12А с последующим хромированием рабочей части;

2) инструментальная сталь марок У10, У12 или поделочная марки 1045 с последующей наплавкой (сормайтом);

3) металлокерамические сплавы марок РЭ8 или РЭНИКС-6.

Выбор материала для вытяжных матриц зависит от: а) профиля рабочей части матрицы, б) размеров матрицы.

В настоящее время на патронных заводах матрицы с направляющей частью изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У12А с последующим хромированием рабочей части, а матрицы без этой части — из металлокерамического сплава или из стали, но с последующей наплавкой сормайтом.

Внедрение в патронную промышленность литых и металлокерамических сплавов имеет большое принципиальное значение, как одно из коренных мероприятий, повышающих стойкость инструмента.

Практика показала, что стойкость матриц, наплавленных сормайтом, выше стойкости этих же матриц, изготовленных из углеродистой стали с последующим хромированием, в 6—9 раз, а стойкость матриц из металлокерамических сплавов по отношению к углеродистым — выше в 20—25 раз.

Придавая исключительную важность применению твердых сплавов для изготовления вытяжных матриц, приводим краткие сведения по технологии их изготовления.

Применение твердых сплавов позволяет:

1) повысить стойкость матриц;

2) многократно переделывать матрицы с одного размера на другой без снижения показателей по стойкости;

3) повысить коэфициент использования оборудования за счет сокращения простоев, связанных со сменой матриц;

4) сократить брак при вытяжке;

5) улучшить технико-экономические показатели основных и инструментальных цехов.

Химический состав и механические свойства сормайта, применяемого для наплавки вытяжных матриц, приведены ниже.

Химический состав

Углерод	Хром	Кремний	Никель	Марганец	Фосфор	Сера	Железо
2,5—3,3	28—30	3—4,2	3—5	До 1,5	0,03	0,03	Остальное

Механические свойства

Твердость	Сопротивление изгибу	Сопротивление разрыву	Ударная вязкость	Удельный вес
	кг/мм²			
50—54	70—75	35	0,3	7,4

Сормайт поставляется в виде литых палочек диаметром 5—8 *мм* и длиной 250—300 *мм*. Перед пуском в работу палочки следует рассортировать по диаметру, зачистить все неровности и удалить палочки с перехватами. Для экономии сормайта перед дальнейшей обработкой целесообразно стыковать литую палочку сормайта с отрезком стальной проволоки.

Отсортированные и подготовленные литые палочки поступают на приготовление электродов. Надо заметить, что от качества электрода,

т. е. состава обмазки, толщины обмазки и технологии изготовления, в значительной степени зависит успех наплавки.

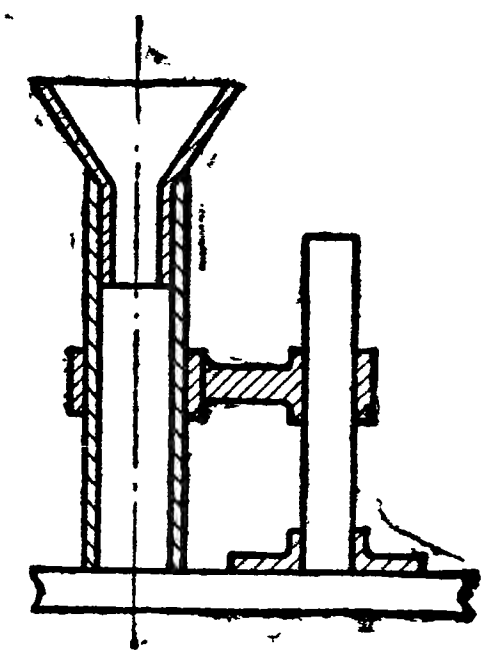
Хорошие результаты дает обмазка, состав которой приводится в табл. 57.

Таблица 57

Состав обмазки для электродов

Компоненты	Количество %	Химический состав, %
Феррохром	20	Хром 63—68
Ферромарганец	10	Марганец 48,5—55
Плавиковый шпат	15	Фтористый кальций 92—98
Графит серебристый	30	Зольность 25
Технический мел	15	Углекислый кальций 93,5—94
Металлическая окалина	10	—

Все компоненты, приведенные в таблице, тщательно перемешивают в сухом виде, а затем производится замес на жидком стекле, вес которого составляет 20% веса сухих компонентов. Обмазка электродов производится в приспособлении (фиг. 108), состоящем из трубки с воронкой, установленных на стойке. Размеры трубки по диаметру должны обеспечивать получение толщин обмазки в пределах от 0,85 до 1,2 *мм*.



Фиг. 108. Приспособление для обмазки электродов.

После обмазки электрод подвешивают в резиновом зажиме, просушивают в течение 4—6 час. на воздухе, а затем закладывают в сушильный шкаф, где и прокаливают при температуре 300° в течение 3 час. Заточкой рабочего конца заканчивается процесс изготовления электрода. Как указывалось ранее, в качестве материала для корпуса вытяжной матрицы, наплавляемой сормайтом, используется поделочная сталь марки 1045 или же отработанные углеродистые матрицы. При выборе заготовки особое внимание следует обратить на:

а) величину диаметра корпуса матрицы,

б) диаметр расточки под наплавку.

Практикой установлено, что диаметр корпуса матрицы должен удовлетворять формуле:

$$D_м = (2{,}75 \div 3{,}25)\, d,$$

где d — диаметр рабочей части вытяжной матрицы.

При выборе расточки под наплавку необходимо учитывать:

1) возможности переделки матриц на последующие номенклатуры, т. е. от нижней матрицы последней вытяжки вплоть до матриц первой вытяжки;

2) влияние толщины слоя сормайта на качество наплавки и срок службы матрицы.

Для матриц гильзового производства можно принять максимальную толщину наплавки:

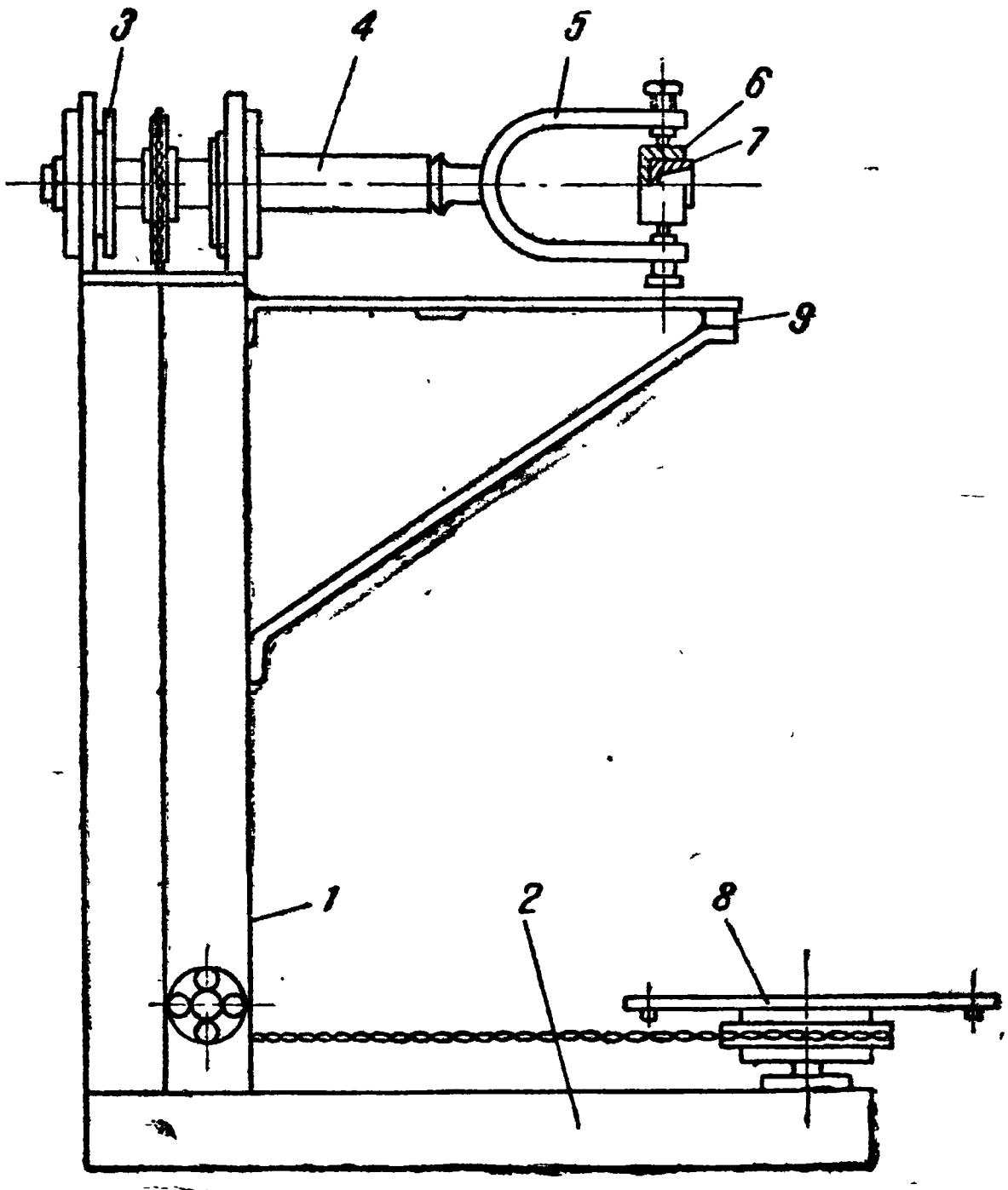
цилиндрической части . . . . . 4,0 *мм*
верха конусной части . . . . . 6,0 *мм*

Минимальная толщина наплавки:

цилиндрической части	2,5 *мм*
верха конусной части	3,5 *мм*

Сормайт наплавляют: 1) ацетилено-кислородным пламенем или 2) электродуговым способом.

Первый способ, получивший наименование газового, требует ряда вспомогательных устройств, как то: газогенераторной установки, кислородной станции и т. д. Поэтому основным способом следует считать электродуговую наплавку на постоянном токе с обратной полярностью или на переменном токе с обязательным включением в цепь есциллятора.



Фиг. 109. Приспособление для наплавки.

До наплавки нагревают заготовку до температуры 200—250°, что в случае газовой наплавки дает меньший расход газа, а при электродуговой — предохраняет от появления трещин, так как в момент возбуждения дуги происходит очень быстрое нагревание заготовки.

Наплавка производится в приспособлении, показанном на фиг. 109. Приспособление состоит из стойки *1*, сваренной из двух швеллеров и укрепленной на основании *2*.

На стойке смонтированы два шарикоподшипника *3* со шпинделем *4*, в конус которого вставляют вилку *5* с закрепленной в ней двумя болтами чашкой *6*, в которую и помещают заготовку *7* под наплавку. Вращение заготовки в процессе наплавки производится через ременную передачу путем вращения ногами диска *8*. При электродуговой наплавке для предохранения от вытекания расплавленного металла к приспособлению добавляется еще один узел, показанный на фиг. 110. Дополнительный узел состоит из кронштейна *9*, двух стоек *10*, попереч-

ных планок *11* и откидной планки из красной меди *12*, которая не только предохраняет металл от вытекания, но и служит для регулирования толщины наплавляемого слоя. При наплавке необходимо соблюдать следующие правила.

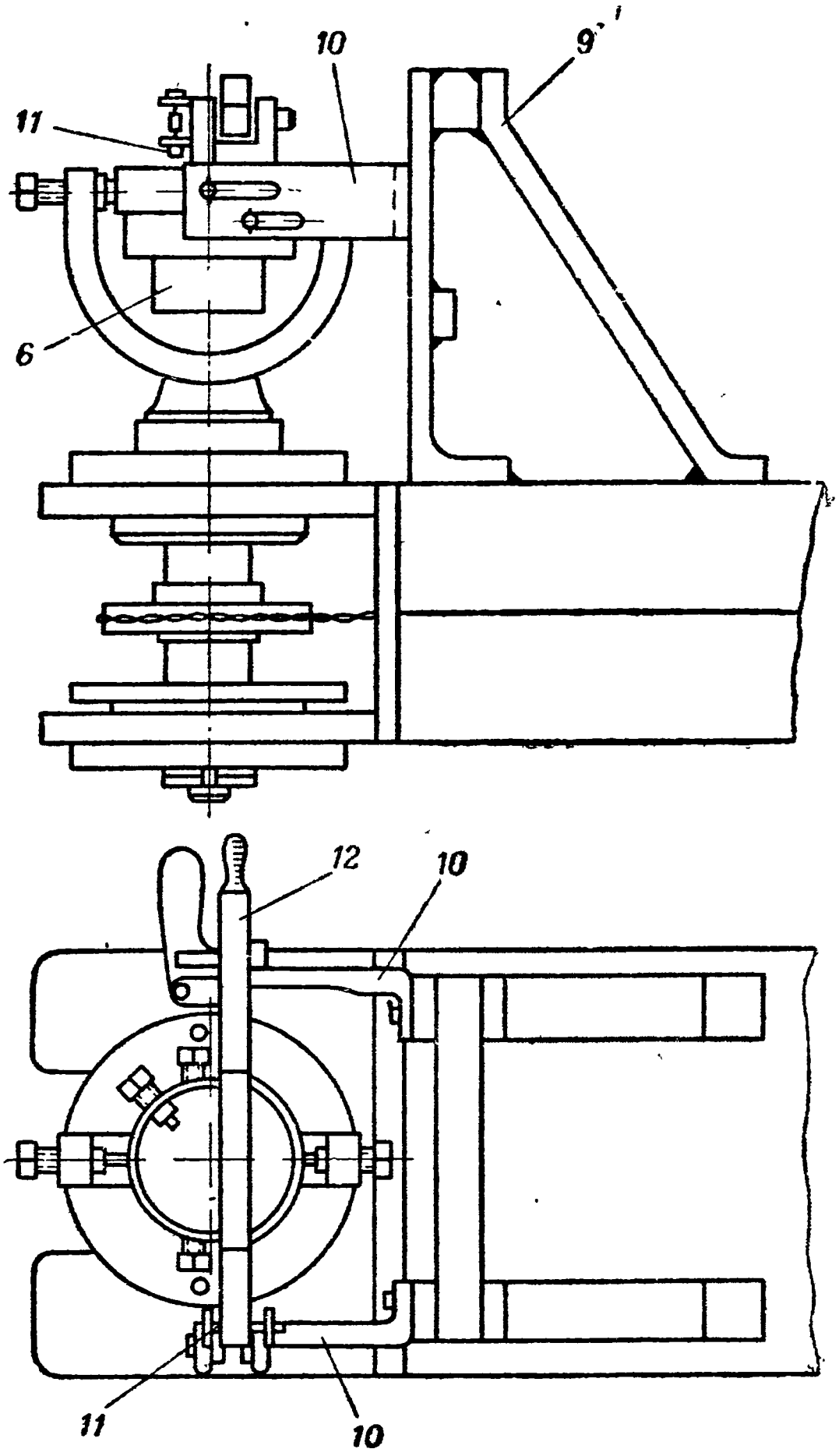
1. Установку матриц в чашки следует производить внутрь конической частью (фиг. 111).

2. Возбуждение дуги должно быть в верхней конической части заготовки и вращением заготовки накладывается первый кольцевой шов. Не прерывая процесса наплавки, дугу переводят в переднюю часть заготовки для наложения второго шва.

3. Электрод в процессе наплавки следует держать под углом 40—50°, не допуская при этом касания его о стенки матрицы.

4. Силу тока выбирать в зависимости от диаметра электрода.

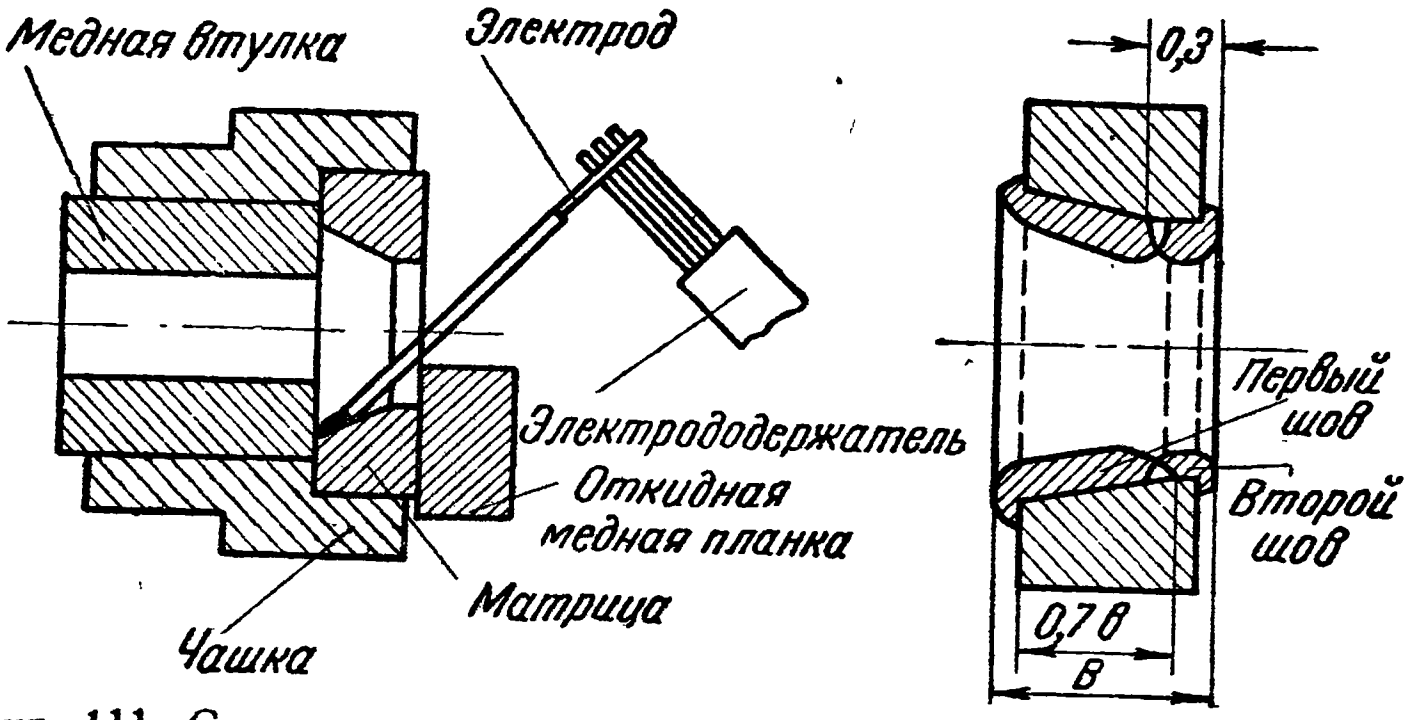
5. Наплавленную матрицу немедленно укладывать для остывания в сухой песок или золу. Невыполнение этой операции приводит к появлению на поверхности сормайта мелких трещин.



Фиг. 110. Приспособление для наплавки.

После наплавки матрицы проходят вначале токарную, а затем термическую обработку. Термическая обработка наплавленных матриц необходима для создания твердой основы сормайта, во избежание откалывания сормайта при вытяжке.

По окончании термообработки матрицы шлифуют и полируют. На этом процесс обработки заканчивается.



Фиг. 111. Схемы положения электрода и порядок накладки швов при наплавке сормайтом.

Как и указывалось ранее, особая выгодность сормайта заключается в возможности восстановления первоначального размера матриц или придания им другого размера.

В заключение укажем, что наплавку вытяжных матриц сормайтом следует применять для матриц, имеющих диаметр рабочей части более 15 *мм*. Исключить следует только нижнюю матрицу последней вытяжки, так как мелкие раковины на поверхности наплавленного слоя приводят к образованию поверхностных царапин, что недопустимо.

Еще больший выигрыш в стойкости инструмента, как указывалось ранее, дает применение металлокерамических сплавов. У нас применяют сплавы марок РЭ8 или РЭНИКС-8, а в США — карболой.

Свойства металлокерамических сплавов, применяемых для изготовления вытяжных матриц, приведены в табл. 58.

Таблица 58

Химический состав и механические свойства победита для вытяжных матриц

Группа твердого сплава	Марка	W	C		Co	Ni	Fe и другие примеси	Удельный вес	Твердость по Роквеллу, R_C	Сопротивление изгибу, *кг/мм²*
			общий	свободн.						
Вольфрамокобальтовая	РЭ8	85—85,5	5,3	0,1	6—6,5	—	1,5	14,3	87	150
Вольфрамоникелевая	РН6	87—88	5,2	0,1	—	6,0	1,5	14,7	88	110

Металлокерамические сплавы поставляются в виде порошка. Технологический процесс приготовления вкладышей приведен в табл. 59.

Таблица 59

Технологический процесс изготовления вкладышей из металлокерамического твердого сплава

Операции	Содержание операций
Смачивание порошка металлокерамического сплава каучуковым клеем из расчета 100 *см³* раствора на 1 *кг* смеси и перемешивание смоченной смеси	Смачивание производится для улучшения прессования. Для смачивания лучше всего применять раствор синтетического каучука литер Б в бензине; концентрация раствора: 4 *г* каучука на 100 *см³* бензина. Каучук должен быть тщательно промытым и не иметь металлического натрия
Просушивание смеси	Просушивание следует вести в электрошкафах при температуре 80—100°
Просеивание через сито 180 *мм*	
Дозировка, засыпка в форму и прессование смеси	Прессование производится на прессе Амслера или Бринеля. Давление прессования 500—700 *кг/см²*
Сушка спрессованных матриц	Сушка производится в шкафах при температуре 100—120° С
Укладка в угольную лодочку и засыпка магнезитовым порошком	
Спекание	Спекание производится в печах Таммана; режим спекания зависит от состава смеси
Контроль	

В процессе изготовления вкладышей особое внимание должно быть обращено на:

1) приготовление смачивающей жидкости для смеси;

2) давление при прессовании;

3) соблюдение режимов спекания;

4) выбор способа и режима прессования вкладыша в обойму (корпус).

Как показала практика, стойкость инструмента во многом зависит от способа крепления вкладыша в корпус. Из существующих способов (запайка, холодная штамповка, горячая прессовка) наиболее дешевой и рациональной является горячая прессовка.

Необходимо обратить внимание на подбор материала и размеры корпуса под вкладыш. В качестве материала для корпуса хорошие результаты дает сталь марок У8, У10, с размерами, удовлетворяющими следующим формулам:

$$D_к = (2{,}3 - 2{,}7)\,d,$$
$$H = (1{,}3 - 1{,}4)\,h,$$

где d — диаметр вкладыша, *мм;*

h — высота вкладыша, *мм.*

Потерянные размеры вкладышей вследствие износа могут быть восстановлены:

1) первоначальный размер — путем обжатия на стыковом аппарате типа АСА-30 или АСА-50;

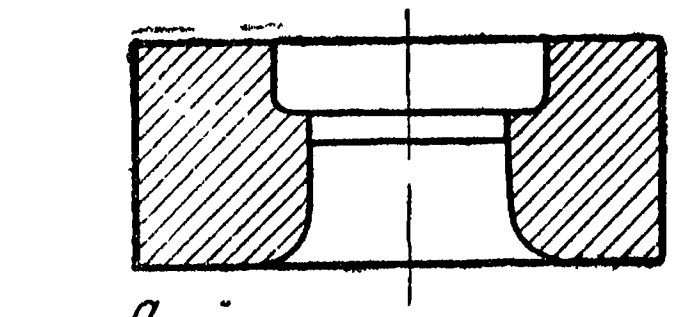
2) следующий размер — путем перешлифовки.

В. Устройства для съема изделий с вытяжного пуансона (съемки)

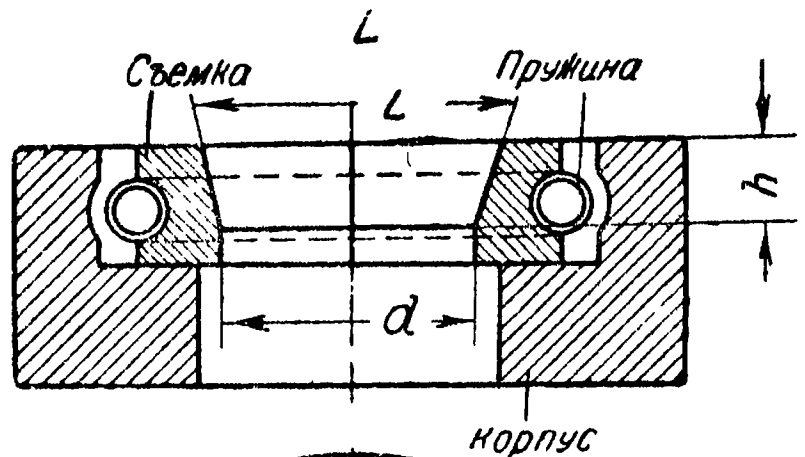
Для снятия вытянутого изделия с пуансона применяются специальные устройства — «съемки». Конструкции их весьма разнообразны. Наиболее распространенные в патронной промышленности съемки показаны на фиг. 112.

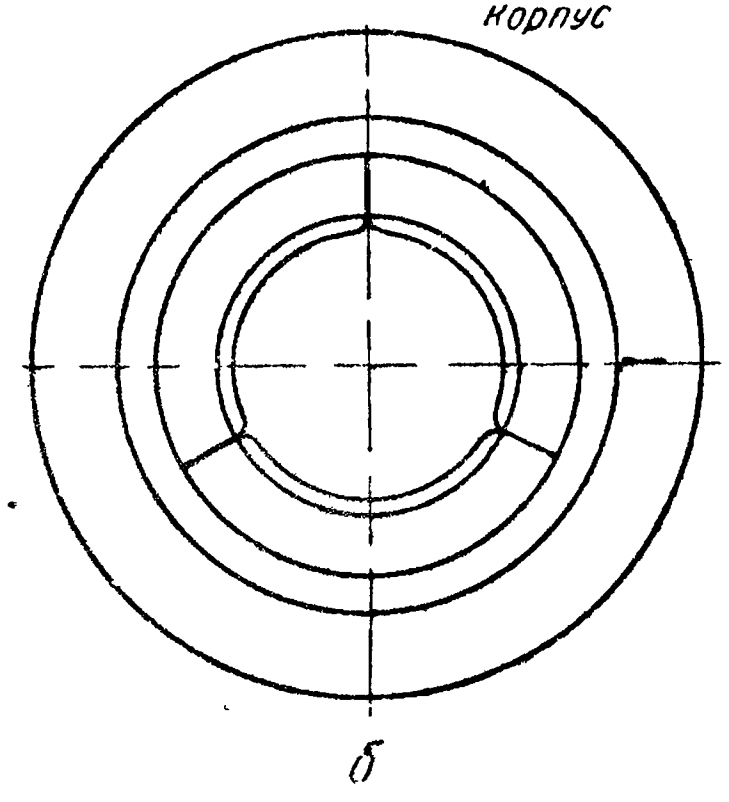
Тип *а*. На нижней поверхности вытяжной матрицы сделана выточка, диаметр которой несколько больше диаметра цилиндрического пояска в матрице. Когда пуансон протолкнет изделие через матрицу, верхний край изделия слегка распружинит, т. е. окажется по размеру больше, чем диаметр цилиндрического пояска у матрицы; следовательно, когда пуансон начнет совершать свой обратный ход, изделие, задев за край кольца, останется внизу, а свободный пуансон поднимется кверху. Этот тип устройства для съема рекомендуется при вытяжке изделий, имеющих толстые стенки и малую высоту.

Тип *б*. В этом случае вытяжное изделие задерживается специальным кольцом, состоящим из двух или трех секторов, изготовленных из стали У10А, стянутых пружиной. Внутренний размер кольца соответствует диаметру вытяжного пуансона и со стороны, обращенной к матрице, в нем сделана коническая расточка под углом 40—50°. Вытянутое изделие снимают с пуансона следующим образом: когда вытягиваемое изделие пройдет вытяжную матрицу, оно попадает на приемный конус кольца съемки и постепенно, заходя в него, заставит секторы разойтись, вызвав натяжение пружины. Это продолжается до тех пор, пока вытягиваемое изделие проходит кольцо съемки; после этого секторы под действием пружины сжимаются и плотно охватывают пуансон. При обратном ходе изделие, задевая за нижнюю плоскость кольца съемки, остается внизу, а свободный пуансон поднимается в верхнее исходное положение. Рассмотренная конструкция с успехом может быть принята как

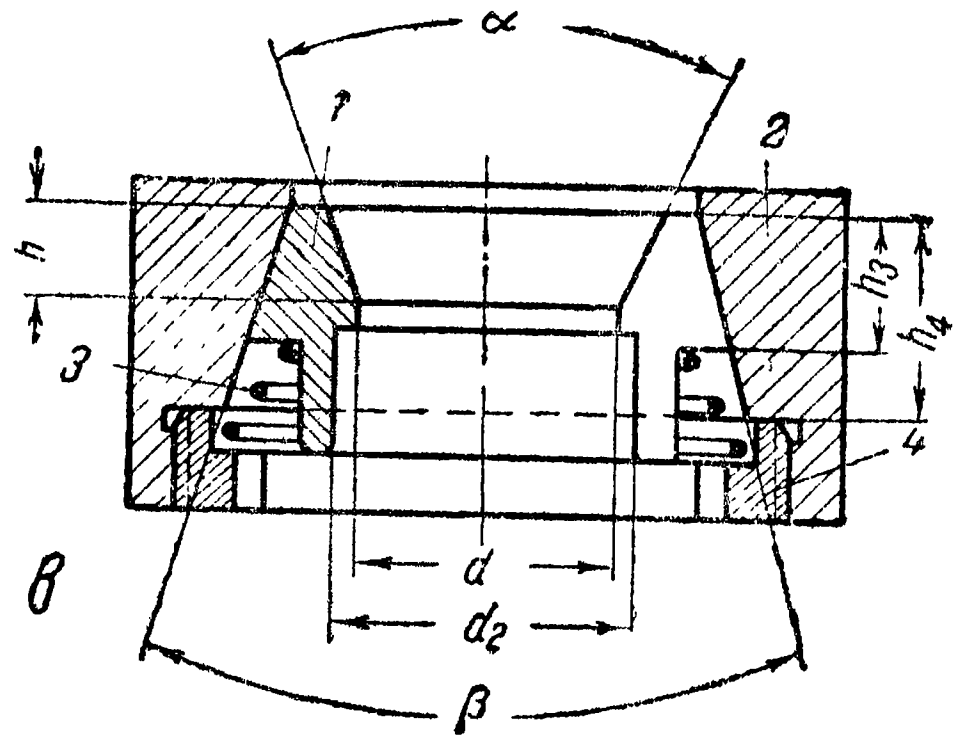


а

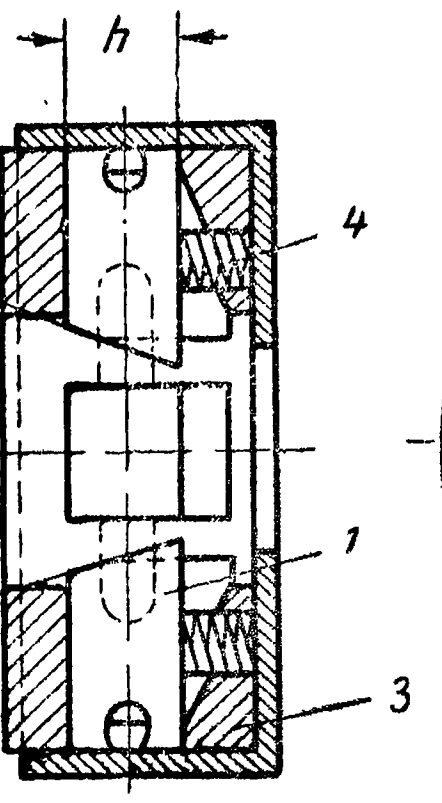


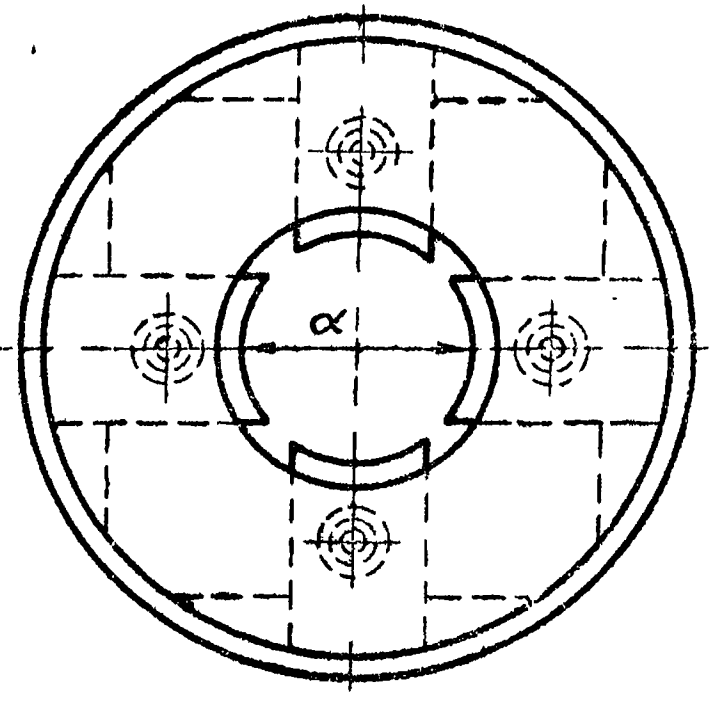


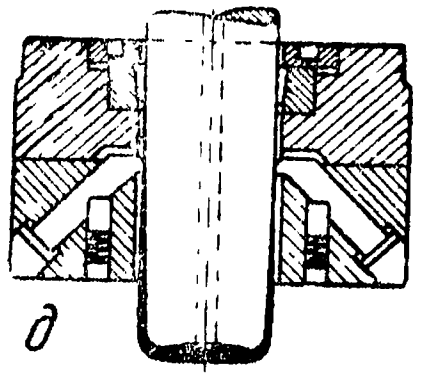
б



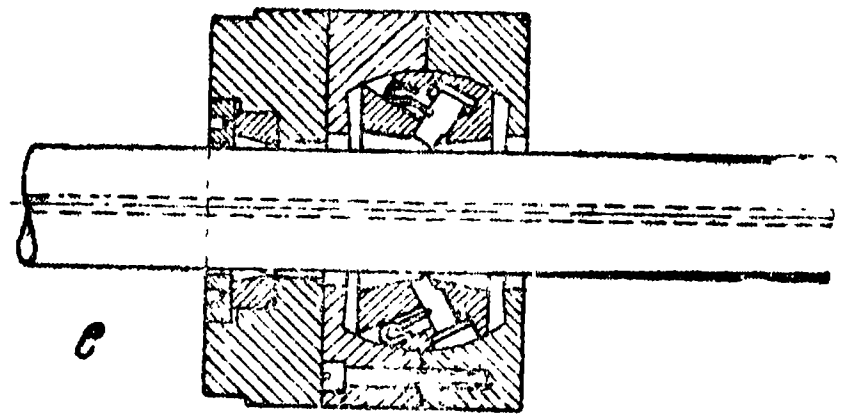
в







д



е

Фиг. 112. Съемки:

а—съем выточкой в матрице; *б*—секторная съемка; *в*—секторная съемка; *г*—кулачковая съемка; *д*, *е*—крючковые съемки.

для тонкостенных, так и толстостенных деталей, отличается простотой и дешевизной изготовления. Однако эти съемки имеют один весьма существенный недостаток, ограничивающий их широкое применение: при данной конструкции незначительное загрязнение застопоривает съемку, т. е. исключается возможность сжатия раздвинутых под действием движущегося изделия секторов, что приводит к поломке последних. Таким образом основным недостатком данных съемок является малая стойкость и как следствие — простои вытяжного пресса.

Тип *в*. В этом случае роль съемника выполняет разрезное коническое кольцо *1*, установленное в корпусе *2* и находящееся под действием пружины *3*. Выполнение кольца *1* съемки по внутреннему профилю аналогично кольцу, примененному в конструкции второго типа.

Работа съемки: когда пуансон идет вниз, конусное кольцо, опускаясь, раздвигается и пропускает вытягиваемое изделие. Но как только деталь пройдет кольцо, последнее, будучи поднято пружиной, охватывает пуансон. При обратном ходе съемка задерживает изделие, а свободный пуансон возвращается в исходное положение. Такая конструкция съемки обладает хорошей стойкостью и широко распространена на заводах.

Тип *г*. Роль съемки выполняют кулачки *1*, качающиеся на осях, вставленных в корпус *3*. Когда пуансон с изделием идет вниз, кулачки, отклоняясь, сжимают пружины *4* и пропускают вытягиваемое изделие; как только оно пройдет пружины, приводят крючки в горизонтальное положение, изделие задерживается крючками — и свободный пуансон возвращается в исходное положение. Съемка этого типа широко применяется на глубоких вытяжках изделий с толстыми стенками.

Типы *д* и *е*. Аналогичны рассмотренным, но приспособлены для снятия изделий с тонкими стенками. Сложность их изготовления и эксплоатации является основной причиной их ограниченного применения в промышленности.

§ 3. Проектирование инструмента для вытяжки

А. Матрицы вытяжные

Вытяжных матриц в комплекте обычно делают две, и только в последнее время при вытяжке некоторых типов пульных оболочек число матриц доводят до трех. Применение двух матриц и более создает плавную нагрузку при вытяжке, что позволяет:

а) улучшить качество вытягиваемых изделий по косине и разностенности;

б) сократить брак по прорывам и трещинам;

в) удлинить срок службы инструмента;

г) сократить число вытяжных операций.

Из рассмотрения технологии вытяжки следовало, что в процессе вытяжки изменяются диаметр и толщина стенок заготовки. При вытяжке через две матрицы распределение работы происходит в такой последовательности: в верхней матрице сокращается площадь поперечного сечения полуфабриката вследствие изменения диаметра и незначительного утонения стенок, главным образом, с наружной стороны полуфабриката и частично — с внутренней, а в нижней наблюдается утонение стенок и незначительное изменение в диаметре.

Исходя из этого, нагрузку между отдельными матрицами обычно распределяют так: при двух матрицах на верхнюю матрицу падает 40—45% общей нагрузки, а при трех — на верхнюю 30—35%, среднюю 25—30%, остальное на нижнюю. Рабочий диаметр верхних матриц для свертки и вытяжки определяется по формулам, приведенным в табл. 60.

Таблица 60

Формулы для расчета рабочего диаметра верхних матриц при вытяжке и свертке

Назначение формулы	Формула по шкале наклепов	
	французской	русской
Определение рабочего диаметра верхней матрицы для свертки	$D^{в}_{св}=\sqrt{\frac{4D_к a}{\frac{K'_{св}}{100}+1}+d^{ср^2}_{св}}$	$D^{в}_{св}=\sqrt{4D_к a\,(1-K_n)+d^{2}_{св}}$
Определение рабочего диаметра верхней матрицы для промежуточных вытяжек	$D^{в}_{m}=\sqrt{\frac{D^2_m-d^{н^2}_m}{\frac{K_{m-1}}{100}+1}+d^{н^2}_m}$	$D^{в}_{m}=\sqrt{(D^2_{m-1}-d^2_{m-113})\,(1-K)+d^2_m}$
Определение рабочего диаметра верхней матрицы для последней вытяжки	$D^{в}_{n}=\sqrt{\frac{D^2_{n-1}-d^{н^2}_{n-1}}{\frac{K^{н}_n}{100}+1}+d^{н^2}_n}$	$D^{в}_{n-1}=\sqrt{(D^2_{n-1}-d^2_{n-1})\,(1-K)+d^{в^2}_n}$

В формулах приняты обозначения:

$D^{в}_{св}$ — рабочий диаметр верхней сверточной матрицы, *мм*;

$D^{в}_{m}$ — рабочий диаметр верхней матрицы для промежуточных вытяжек, *мм*;

$D^{в}_{n}$ — рабочий диаметр верхней матрицы для последней вытяжки, *мм*;

a — толщина заготовочного кружка, *мм*;

D — диаметр кружка заготовки, *мм*;

D_{n-1} — диаметр предпоследней вытяжки, *мм*;

D_{m} — диаметр заготовки, поступающей на вытяжку, *мм*;

$K_{св}$ — наклеп при свертке кружка через верхнюю матрицу, равный:

$$K'_{св}=\frac{K_{св}\cdot q}{100},$$

где q — коэфициент, определяющий процент нагрузки, падающий на верхнюю матрицу от общей величины наклепа; обычно $q=40-45$;

$d^{ср}_{св}$ — средний внутренний диаметр колпачка, равный:

$$d^{ср}_{св}=\frac{d^{в}_{св}+d^{н}_{св}}{2};$$

$d^{н}_{m}$ — внутренний диаметр в нижней части заготовки, поступающей на вытяжку, *мм*;

K'_{m} — наклеп при вытяжке через верхнюю матрицу, равный:

$$K'_{m}=\frac{K^{н}_{m}\cdot q}{100},$$

где $K_{св}$, $K^{н}_{m}$, $K^{н}_{n}$ — наклеп при свертке, промежуточных вытяжках, последней вытяжке, подсчитанной по нижнему сечению (см. гл, VI, § 4).

Рабочий диаметр нижних матриц рассчитывают, исходя из расчетного диаметра вытягиваемого изделия, с учетом распружинивания изделия, допуска на изготовление изделия, допуска на изготовление матриц, увеличения диаметра матрицы вследствие нагревания и распружинивания. Формула для расчета рабочего диаметра нижней матрицы может быть представлена так:

$$D_m=D-(B+\Delta+Z)$$

или

$$D_m = D\rho_{n'\rho} = \frac{0{,}995DE}{E + \sigma_m},$$

где D_m — диаметр рабочей части нижней матрицы;

B — увеличение диаметра матрицы вследствие нагревания и распружинивания; для всех элементов патронов стрелкового оружия, изготовляемых вытяжкой, B следует брать при матрицах из победита 0,01 *мм*, при матрицах из сормайта — 0,015 *мм*, при матрицах из углеродистой стали 0,02—0,025 *мм*;

Δ — допуск на изготовление изделия на данной операции;

D — расчетный диаметр изделия, для которого предназначены матрицы;

Z — распружинивание изделия по выходе из матрицы, определяемое по эмпирической формуле:

$$Z = (0{,}05 - 0{,}07)\,t,$$

где t — толщина стенки вытяжки средняя, т. е.

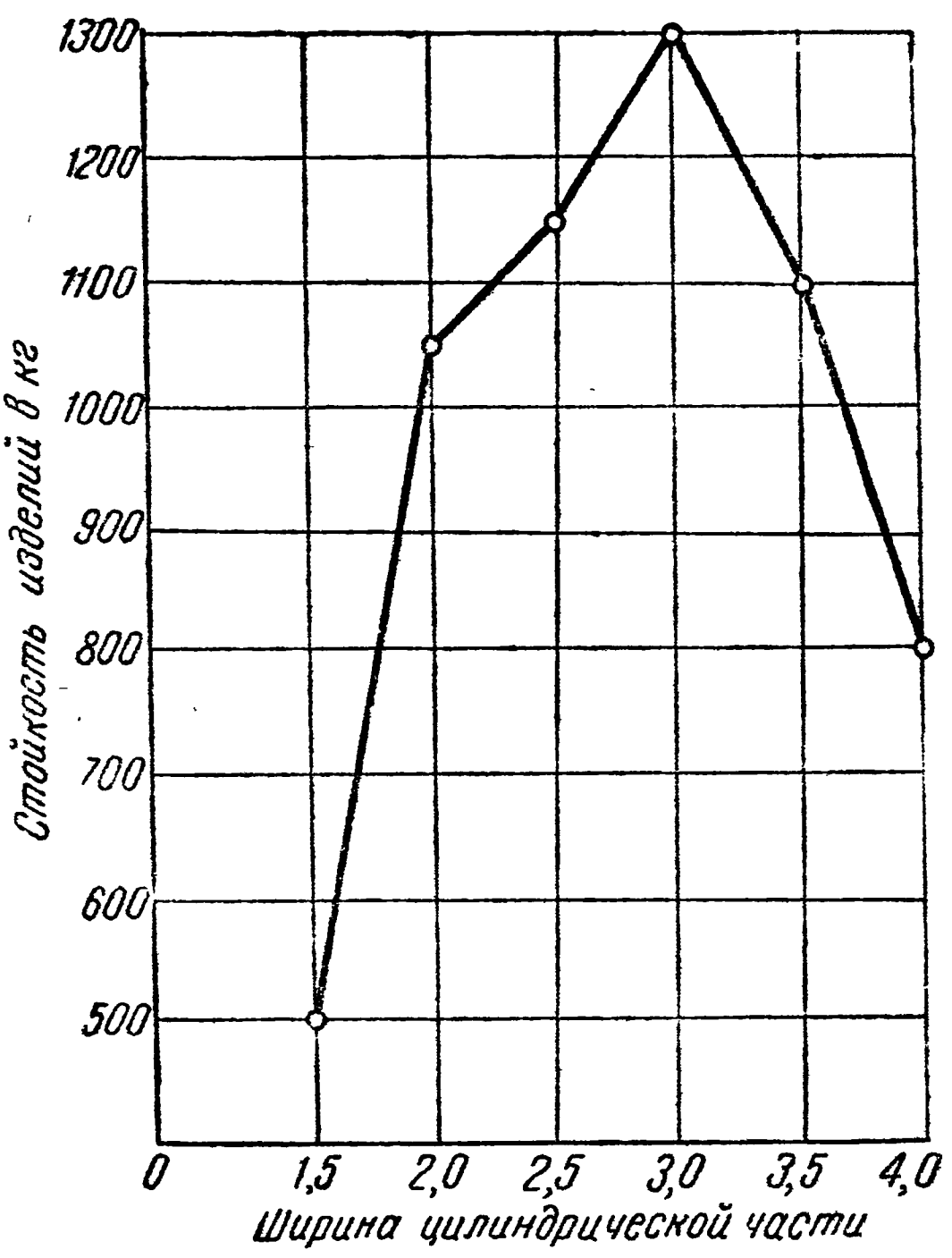
$$\left(\frac{t^{в} + t^{н}}{2}\right);$$

E — модуль упругости,

σ_m — действительное напряжение, соответствующее наклепу.

Существенное значение имеет ширина цилиндрического пояска матрицы и его исполнение. Очевидно, что поясок должен иметь правильную форму круга, быть на одной оси с конической частью матрицы и не иметь косины. При несоблюдении этих условий неизбежно появление брака по разностенности и косине в процессе вытяжки. От ширины пояска зависят: 1) стойкость матрицы, 2) величина усилия при вытяжке.

Зависимость стойкости вытяжных матриц от ширины пояска показана на фиг. 113. График составлен на основании большого количества наблюдений за работой вытяжных матриц, наплавленных сормайтом. На основании тех же опытов установлено, что трение, возникающее в пояске, пропорционально ширине пояска, и коэфициент полезного действия вытяжки будет тем больше, чем меньше коэфициент трения и ширина цилиндрического пояска.



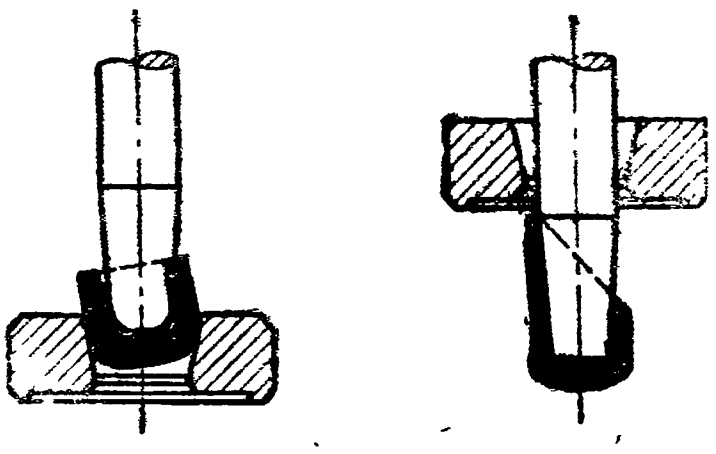
Фиг. 113. График зависимости стойкости от ширины цилиндрической части матрицы.

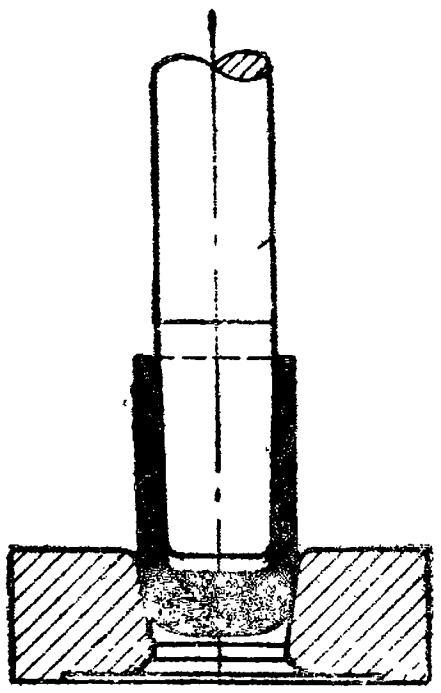
Приводим размеры пояска для вытяжных матриц:

Диаметр рабочей части матрицы *мм*	До 10	10—20	20—30	30—50	>50
Высота пояска в матрице, *мм*	0,9	1,0	1,5—2,0	2,5—3	3—4

Б. Вытяжные пуансоны

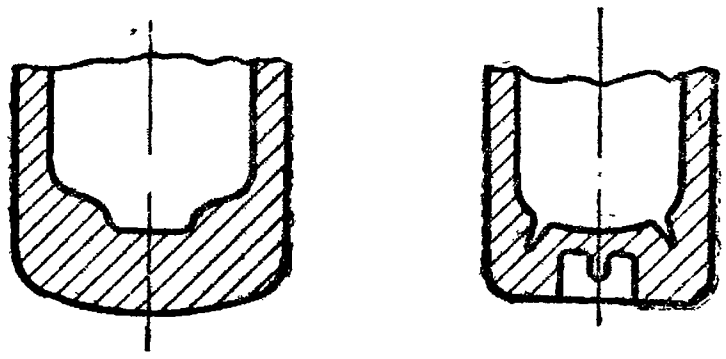
Диаметральные размеры вытяжных пуансонов определяют на основании расчета размеров внутренней поверхности полуфабриката. Особо важное значение в процессе вытяжки имеет величина зазора между пуансоном и колпачком-заготовкой.





Фиг. 114. Положение пуансона в заготовке при неправильно выбранном зазоре.

Если пуансон имеет значительный зазор (фиг. 114), то неизбежны утолщение стенок, увеличение наклепа, усилия вытяжки, износа инструмента. Кроме того, излишний зазор обычно является причиной увеличения брака по косине и разностенности. Слишком малый зазор хотя и обеспечивает получение изделий с малой косиной и разностенностью, но неизбежно приводит к браку—наплывам; последние.



Фиг. 115. Образование „кармана“ вследствие неправильной величины зазора.

помимо увеличения толщины дна, предрасполагают к образованию «кармана» (фиг. 115), понижающего прочность гильз, а в пульных оболочках, — препятствующего правильному образованию носика при обжиме.

Кроме зазора, на качество вытяжки большое влияние оказывает и радиус закругления торца пуансона. Практикой и рядом исследовательских работ установлено, что:

1. Большие радиусы закругления вытяжного пуансона создают условия для благоприятного течения материала из донной части в стенки, но одновременно с этим создаются условия для скопления материала в донной части. Однако накапливаемый материал распределяется неравномерно, а располагается в виде уступа (фиг. 115). Такой наплыв, в особенности при изготовлении гильз, крайне вреден, так как он дает складку, которая не только способствует понижению прочности, но в большинстве случаев дает трещины под шляпкой; такие дефекты недопустимы.

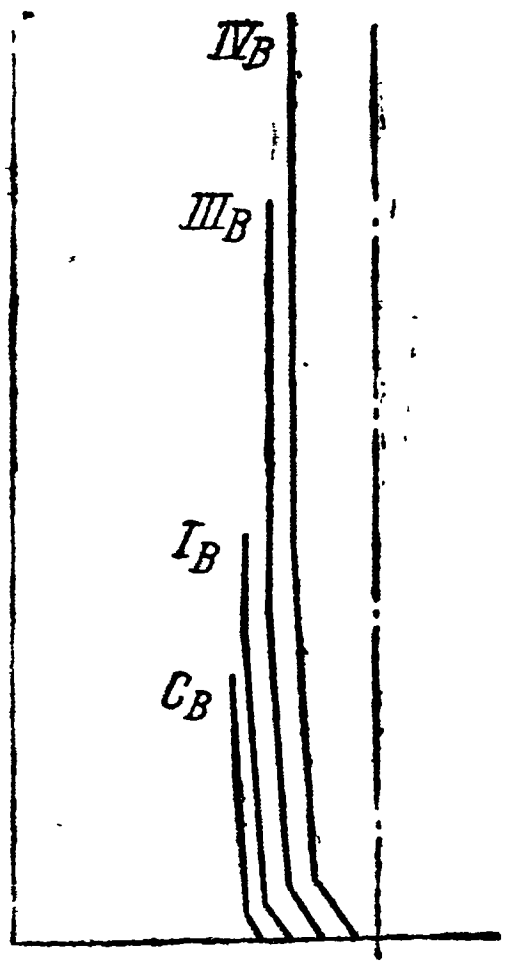
Если при стрельбах обнаруживаются трещины под шляпкой, необходимо проверить пуансоны, т. е. правильность радиуса, величину зазора, а этим самым — посадку пуансона в полуфабрикат. Необходимо тщательно проверять, нет ли износа, особенно посадки пуансонов.

что весьма часто бывает при нарушении технологии термообработки последних.

Малый радиус закругления вытяжного пуансона затрудняет течение материала из дна в стенки, дает более ровное дно, но в то же время создает в местах сопряжения радиуса с дном и стенками значительные остаточные напряжения, уменьшающие в дальнейшем прочность гильзы.

Необходимо, чтобы радиус непрерывно повышался или понижался на постоянную величину.

Высоту, т. е. расстояние между диаметрами низа и верха или низа, верха и середины на пуансонах вытяжки и свертки, рассчитывают по формулам для длин вытяжек и путем последующей проверки опытом. Аналитический расчет и подбор размеров пуансонов необходимо проверить графически. Для этого профили пуансонов вычерчивают в масштабе 10 : 1 или 20 : 1 (фиг. 116). Если при вычерчивании обнаружатся неравномерные зазоры, пересечения радиусов и т. д., размеры следует скорректировать, внеся необходимые исправления в расчет.



Фиг. 116. Графическая проверка пуансонов.

В. Конструирование съемок

Съемки, применяемые при свертке и вытяжке, должны удовлетворять следующим требованиям: 1) безотказность в действии и высокая стойкость, 2) удобство в обслуживании и смене, 3) дешевая стоимость.

Кроме того, съемка, независимо от ее конструктивных особенностей, не должна ухудшать качества изготовляемых изделий. Габаритные размеры съемок обычно выбирают конструктивно.

Расчетными размерами являются:

а) рабочий диаметр между кромками секторов;

б) величина приемного конуса;

в) ход съемки, а следовательно, высота корпуса (тип *в*) или диаметр расточки в корпусе (тип *б*) (фиг. 112).

Рабочий диаметр кольца съемки d_1 в исходном положении определяется из формулы:

$$d = d_n^в \text{ до } d_n^в + t_в,$$

где $d_n^в$ — диаметр пуансона в верхней части;

$t^в$ — толщина стенки вытяжки в верхней части.

Меньшие значения следует брать для последних вытяжек, т. е. когда толщина стенки у вытяжного изделия меньше 1 *мм*, а бо́льшие, — когда толщина стенки больше 1 *мм*. В зависимости от рабочего диаметра берется и диаметр расточки

$$d_2 = d_{изд} + 1 \div 2 \text{ мм},$$

где $d_{изд}$ — диаметр изделия, *мм*.

Заметим, что края секторов и переход от конуса к цилиндру должны быть несколько развалены и скруглены по радиусу, в противном случае они будут царапать поверхность проходящего через них изделия.

Угол приемного конуса съемки подбирается из условия, что изделие после вытяжки должно заходить на половину высоты сектора. Это же

условие сохраняет свою силу и для кулачков, где вместо конической поверхности сделана криволинейная. Исходя из сказанного, угол определится из выражения:

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\frac{d_{изд}-d}{h},$$

где $d_{изд}$ — диаметр вытянутого изделия (по матрице);
d — рабочий диаметр кольца съемки;
h — высота рабочего конуса секторов, обычно равная от 7 до 10 *мм*.

Высота конусной части корпуса съемки, определяющая расход кулачков, необходимый для пропуска вытянутого изделия для съемок типа *в* (фиг. 112), определяется из выражения:

$$h_2=h_3+\frac{R-r}{\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}+2\ мм,$$

где R — радиус вытянутого изделия (по матрице);
r — радиус рабочей части съемки;
h_3 — высота конусной части сектора;
β — угол наружного конуса съемки.

Если съемка выполнена по типу *б* (фиг. 112), то расточка в корпусе должна учитывать величину расхода секторов при прохождении вытянутого изделия. Ход секторов в этом случае определяется из выражения:

$$a=\frac{d_{изд}-d}{2}+1{,}5\ мм.$$

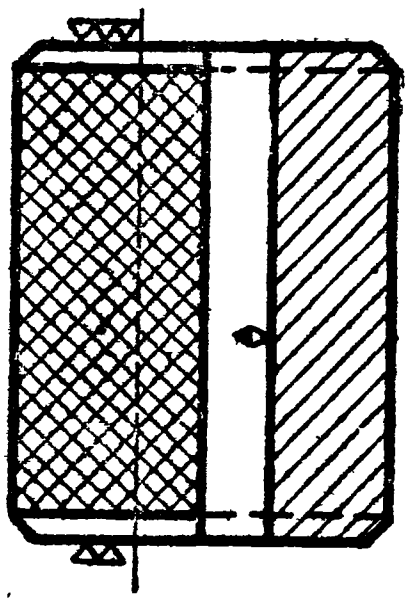
Наружный диаметр корпуса съемки, как правило, следует брать равным диаметру корпуса вытяжной или сверточной матрицы.

Съемки всех типов необходимо обеспечить пружинами высокого качества. Плохая пружина является одной из основных причин быстрого выхода съемки из строя, что приводит иногда к поломке инструмента.

§ 4. Точность изготовления и контроль изделий при вытяжке

Точность изделий при вытяжке должна быть по диаметру 3—4-го класса, по толщине стенок 5—4-го класса, разностенность (в зависимости от диаметра и толщины стенок) — в пределах от 0,06—0,15 *мм*. Правильность изменения формы изделия проверяют: по диаметру — скобой со стержнем или кольцом, кривизну — каморой и разностенность — индикатором. Набор мерительного инструмента показан на фиг. 117.

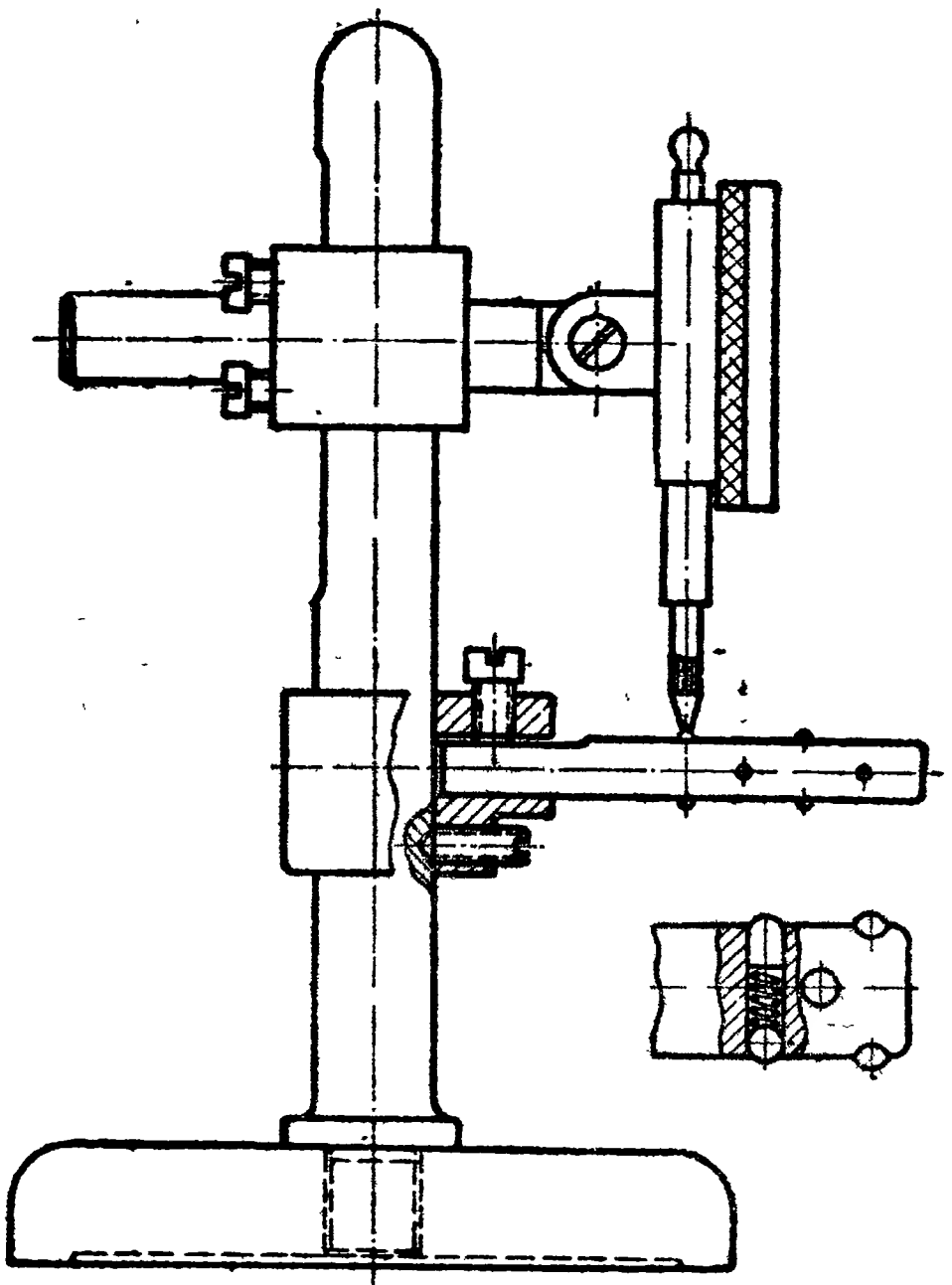
Скоба со стержнем применяется, главным образом, для измерения износа пуансона. Стержень закладывается в колпачок и измеряется вместе с ним скобой; в случае износа пуансона стержень будет иметь неправильную посадку. Нарушение правил ведения процесса вытяжки, эксплоатации оборудования и износ рабочего инструмента вызывают брак. Виды и причины брака приведены в табл. 61.



а

б

в



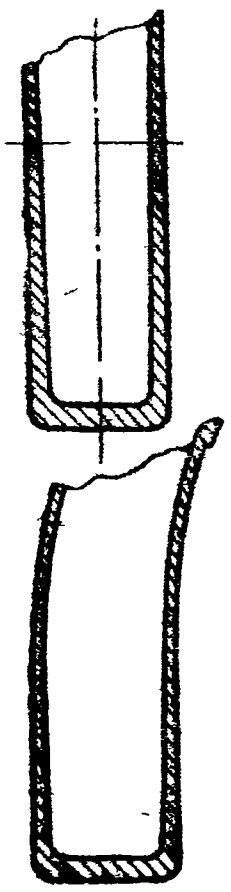
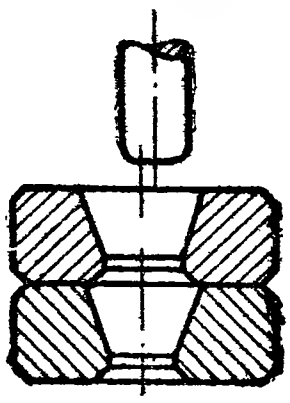
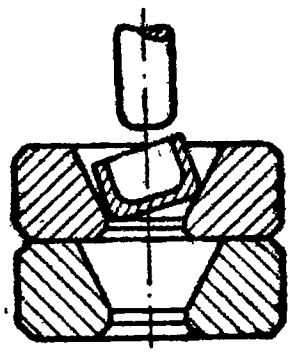
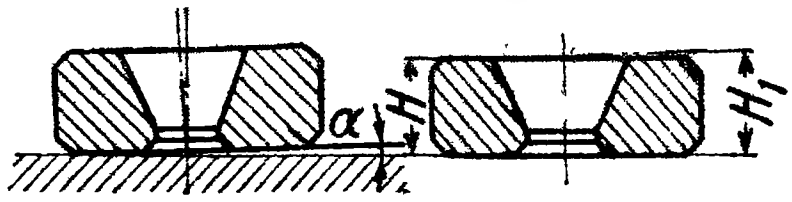
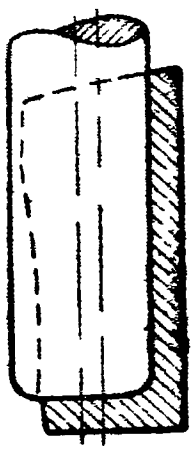
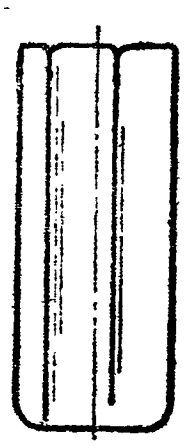
г

Фиг. 117. Мерительный инструмент для вытяжки:

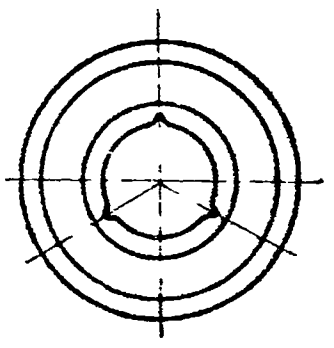
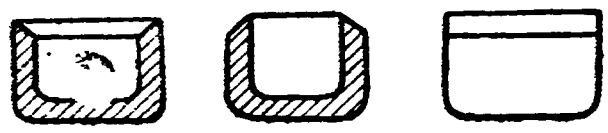
а—камора на кривизну; *б*—стержень для проверки износа пуансона; *в*—кольцо; *г*—прибор для определения разностенности.

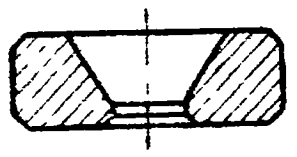
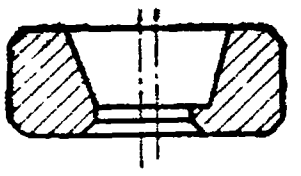
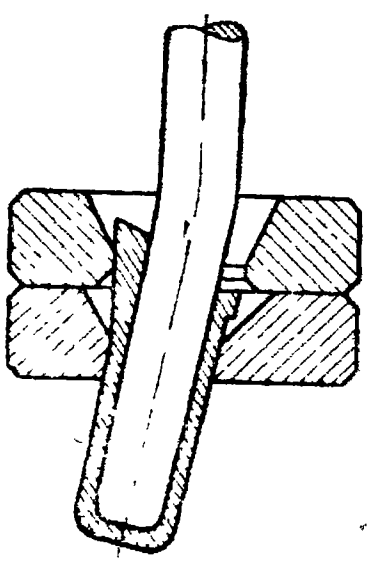
Таблица 61

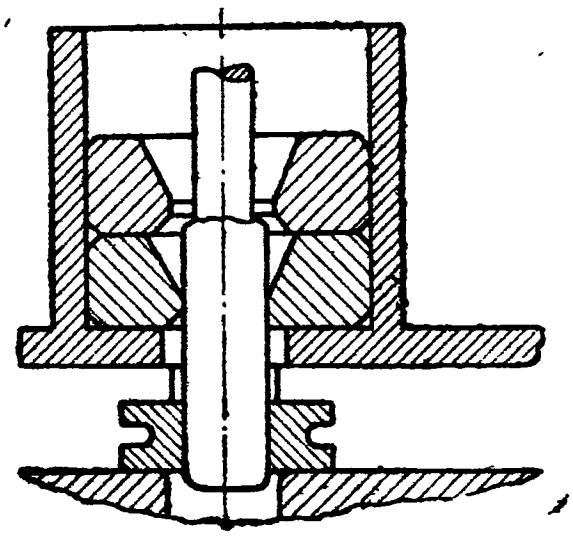
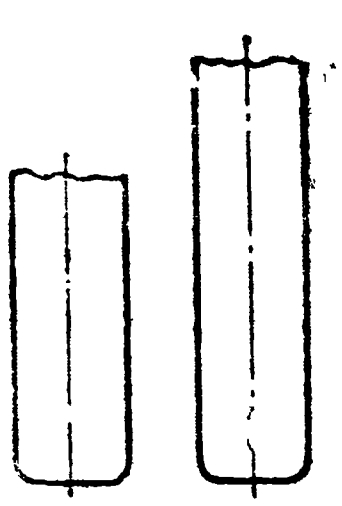
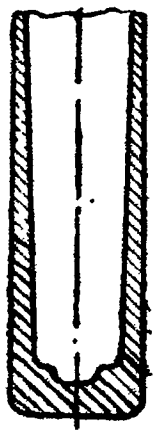
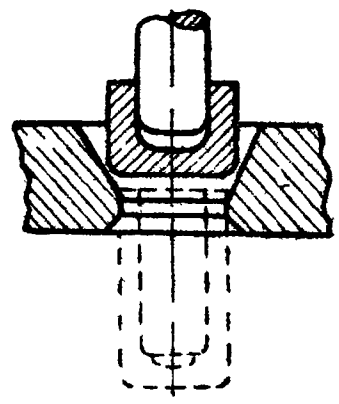
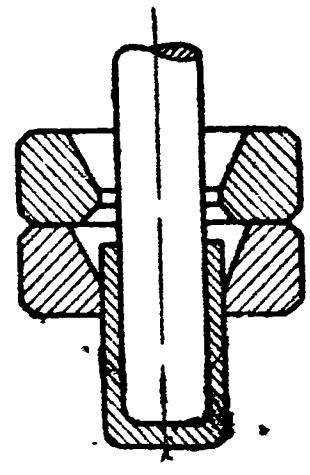
Виды брака при вытяжке и причины его появления

Вид брака	Причины брака
I. Разностенность, косина и горбатость	1. Несовпадение осей пуансона и матрицы
	
	2. Скольжение торца пуансона по дну колпака при наклонном положении колпака в матрице вследствие отсутствия направляющей части в матрице (съемного направляющего кольца) или большого диаметрального зазора между пуансоном и заготовкой
	
	3. Перекос опорной поверхности матрицы или непараллельность плоскостей одной из матриц. Косой цилиндрический поясок матрицы
	
II. Боковики и бесформенная вытяжка	1. Нарушение работы питателя, недосылка до упора, наклон полуфабриката или падение
	2. Отсутствие верхнего ограничителя, предупреждающего выскакивание и подъем полуфабриката
	3. Положение полуфабриката донышком вверх
III. Царапины по наружной поверхности	1. Налипание на рабочей части матрицы металла вследствие плохой термообработки, грубой обработки поверхности матрицы, плохой хромировки и больших давлений, развиваемых в процессе вытяжки
	

Продолжение

Вид брака	Причины брака
	2. Отсутствие на съемке притуплений или перекос съемки
	
	3. Загрязненная или плохо проваренная эмульсия
	4. Грязный полуфабрикат
IV. Царапины на внутренней поверхности	Нарушение хромового покрытия на пуансоне
V. Отрывы верхней части полуфабриката на вытяжке	1. „Строгая" матрица и полный пуансон
	2. Неправильная длина рабочего конуса пуансона, широкий цилиндрический поясок на матрице или малый угол конуса верхней матрицы
	3. Нескругленные переходы рабочих конусов у пуансона
	4. Перегрев или недостаточный отжиг полуфабриката, поступающего на вытяжку
	5. Неправильная форма колпака, наличие скоса или отпечатки по окружности колпака, полученного при свертке
	
	6. Неправильная длина вытяжки вследствие нарушения размеров в пуансонах на предыдущих операциях, нарушение радиусов, которое приводит к стягиванию материала от донной части

Вид брака	Причины брака
VI. Косодонная вытяжка	1. Строгая верхняя матрица и выработавшаяся нижняя матрица 2. Поломка конца вытяжного пуансона 3. Косой цилиндрический поясок в матрице или эллиптичность пояска  4. Несовпадение осей рабочего конуса и цилиндра в матрице  5. Неперпендикулярность стола станка или основания питателя к оси пуансона 6. Поступление на вытяжку косого и разностенного колпака 

Вид брака	Причины брака
VII. Забоины в донной части вытяжки	Неправильная установка матрицы в колодке, при которой вытяжка при выходе ударяется о край отверстия колодки или плиты станка 
VIII. Короткая или длинная вытяжка большого или малого диаметра 	1. Износ пуансона или матрицы по диаметру калибрующей части, пережог полуфабриката или крутой конус матрицы 2. Строгая калибровочная часть матрицы и полный по диаметру пуансон, плохо отожженный полуфабрикат или разваленный конус матрицы 3 Неправильно подобраны радиусы на пуансонах. Широкое протяжное поле —
IX. Неправильные размеры вытяжки (дна) 	1. Поступление на вытяжку колпаков, изготовленных изношенным инструментом, вследствие чего получается малый зазор между вытяжным пуансоном и полуфабрикатом и запирание воздуха (пуансон не доходит до дна) 
	2. Неправильный расчет инструмента на вытяжках, неправильный подбор радиусов на пуансонах
X. Трещины на последней вытяжке	Недостаточный отжиг полуфабриката При вытяжке полуфабрикат, получая радиальное растяжение от конусной рабочей части пуансона, разрывается, особенно перед входом в цилиндрический поясок нижней матрицы 

ГЛАВА VIII

ОБРЕЗКА И ОТКУСКА ПОЛЫХ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ВЫТЯЖКОЙ ИЛИ ВЫДАВКОЙ

§ 1. Общие сведения

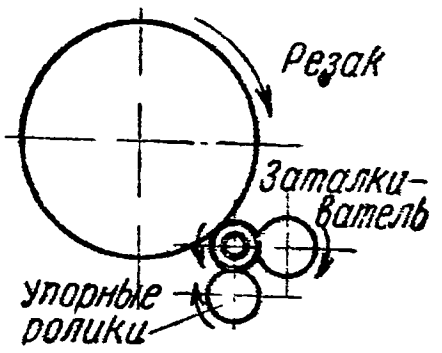
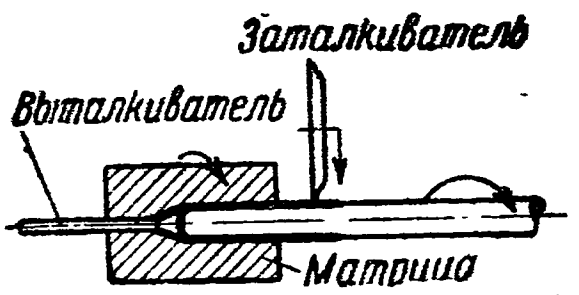
Обрезка и откуска применяются для удаления неровностей и излишков металла с вытянутых или выдавленных изделий. Как правило, эти операции производятся без снятия стружки и только при значительной толщине стенки заготовки — со снятием стружки.

Выбор типа операции зависит от: 1) конфигурации изделия, 2) материала изделия, 3) необходимой точности производства операций, 4) толщины стенки изделия.

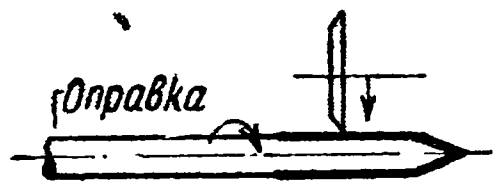
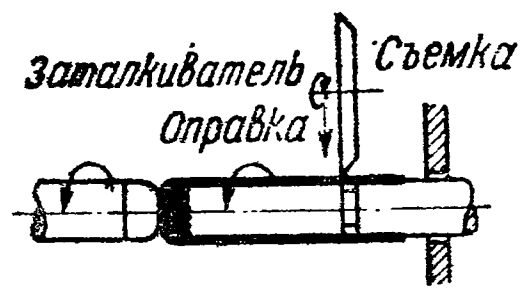
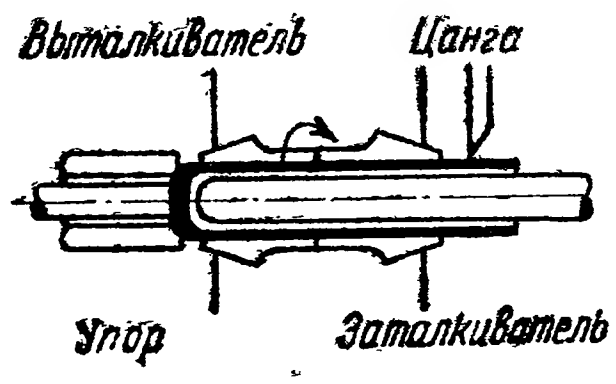
Откуска, обычно совмещаемая с вытяжкой, в силу ряда недостатков, как то: неровности обреза и заусенцы, трудности удаления отходов материала, применяется только при производстве гильз спортивных патронов, имеющих толщину стенки по обрезу 0,15—0,20 *мм*. Во всех остальных случаях применяется обрезка. Существует несколько способов обрезки. Наиболее характерные приводятся в табл. 62.

Таблица 62

Способы обрезки

Способы обрезки	Эскиз	Область применения
Обрезаемое изделие устанавливается на упорные ролики, прижимаясь донной частью к упору. Принудительно вращающийся дисковый нож приводит во вращение изделие и вследствие движения подачи отделяет излишек материала		Стаканчики для пиротехнических составов, обжатые и необжатые пульные оболочки с толщиной стенки до 0,7 *мм*
Обрезаемое изделие заталкивается вращающимся стержнем, изготовленным по внутреннему профилю изделия, во вращающуюся с той же скоростью матрицу, имеющую наружный профиль изделия; во время обрезки изделие поддерживается заталкивателем. Дисковый нож, вращаемый обрезаемым изделием, получая движение подачи, отделяет излишек материала		Обжатые пульные оболочки и свинцовые рубашки для пуль специального действия

Продолжение

Способы обрезки	Эскиз	Область применения
Обрезаемое изделие вручную надевается на вращающуюся оправку Дисковый нож, имеющий принудительное вращение, получая движение подачи, отделяет излишек материала		Обрезка свинцовых рубашек
Обрезаемое изделие надевается на вращающуюся оправку, на торце которой имеется насечка Вращающийся упор прижимает изделие к торцу оправки и вращает изделие вместе с оправкой. Дисковый нож получает вращение от обрезаемого изделия или имеет принудительное вращение		Обрезка гильз, стаканчиков трубчатых сердечников и необжатых пульных оболочек
Обрезаемое изделие заталкивается с переднего или заднего конца шпинделя в зажимную цангу. Обрезка производится дисковым или призматическим резцом		Обрезка гильз и трубчатых сердечников, имеющих толстую стенку

Можно наметить четыре способа закрепления изделия в процессе обрезки (см. табл. 62).

1. Обрезка на оправке, где изделие удерживается трением.
2. Обрезка в матрице, где изделие удерживается трением.
3. Обрезка с поддерживающими роликами.
4. Обрезка с закреплением изделия в зажимной цанге.

В зависимости от применяемого инструмента производят:

1) обрезку дисковым ножом без снятия стружки;
2) обрезку резцом со снятием стружки.

Опыт работы отечественных и иностранных заводов позволяет сделать следующие выводы:

1. Изделия, имеющие криволинейную образующую и изготовляемые из биметалла и холоднокатаной стали, следует обрезать с установкой изделия на упорных роликах (способ 1-й).

2. Изделия из свинца вне зависимости от формы следует обрезать на оправке (способ 3-й).

3. Изделия, имеющие форму колпачка с толщиной стенки до 1 *мм* и диаметром до 20 *мм,* следует обрезать на оправке с последующим удерживанием изделия трением (способ 4-й).

4. Изделия, имеющие форму колпачка с толщиной стенки более 1 *мм* или с диаметром более 20 *мм,* следует обрезать резцом с удерживанием изделия в цанге (способ 5-й).

Особенность крепления обрезаемых изделий (удерживание их трением) вызывает необходимость обязательного обезжиривания и сушки заготовок. Жировая пленка уменьшает силу

трения, приводит к прекращению вращения изделия, а следовательно к браку.

Число обрезок зависит от: 1) отношения толщины стенки изделия к толщине исходного материала, 2) числа вытяжек, 3) длины вытяжек.

Число обрезок определяют в зависимости от отношения толщины стенки изделия к длине по табл. 63.

Таблица 63

Число обрезок в зависимости от отношения толщины стенки к длине

t/L, мм	Число обрезок
0,003	3
0,004—0,007	2
0,007—0,01	1—2
0,01	1

Общее количество материала, которое следует удалить при обрезке, приводилось в табл. 51. Если обрезок две, что часто встречается в процессе изготовления гильз, обрезаемый материал по отношению к объему изделия составит:

	Ружейные гильзы, %	Гильзы крупного калибра, %
первая обрезка	7—9	8,0—10,0
вторая	3,5—4,5	2,0—3,5

Тенденцию уменьшить расход материала во время обрезки следует считать не совсем правильной, в особенности при изготовлении изделий с тонкими стенками. Экономия на обрезке обычно приводит к увеличению трещин на обжиме гильз, а в пульных оболочках — к трещинам и недорезам.

В процессе вырубки и последующих вытяжек кромка изделия, подвергаясь значительным деформациям, начнет растрескиваться и, если своевременно не удалить трещин, при обжиме будет разрушаться металл, а при обрезке получатся недорезы.

Скорость резания при обрезке зависит от принятого способа крепления изделия, материала изделия, диаметра изделия. При резании без снятия стружки дисковый нож имеет скорость 8—12 *м/сек*, а изделие — от 2,5 до 3,5 *м/сек*, а при резании резцом скорость резания 45—55 *м/мин*.

Величина подачи на один оборот изделия при обрезке зависит от способа крепления, типа режущего инструмента и материала обрезаемого изделия и берется (в *мм*):

а) при обрезке латунных биметаллических и стальных изделий дисковым ножом . . . . 0,005—0,006
б) при обрезке свинцовых изделий дисковым ножом . . . . . 0,004—0,005
в) при обрезке латунных, биметаллических и стальных изделий резцом . . . . . 0,02—0,025

§ 2. Инструмент для откуски и отрезки

Как указывалось ранее, откуска обычно совмещается с вытяжкой, для чего на поверхности вытяжного пуансона делают выступ, диаметр которого больше внутреннего диаметра полуфабриката, но меньше рабочего диаметра матрицы на 0,03÷0,05 *мм*.

При вытяжке, когда полуфабрикат уже вытянут на требуемую длину, выступ, входя в цилиндрическую часть матрицы, сжимает стенки полуфабриката более, чем на половину их толщины, и изделие рвется по окружности. Чтобы легко можно было удалить отходы, вытяжку и откуску целесообразнее вести на горизонтальных прессах (фиг. 118).

Затупление уступа на пуансоне влечет за собой появление заусенцев.

Конструкция инструмента и его крепления при обрезке дисковым ножом, т. е. без снятия стружки, зависит от: а) способа обрезки, б) конструкции станка.

На фиг. 119 показаны типы конструкций инструмента и способы крепления, применяемые на заводах. Независимо от способа обрезки и типа станка, в каждой конструкции для обрезки дисковым ножом имеются:

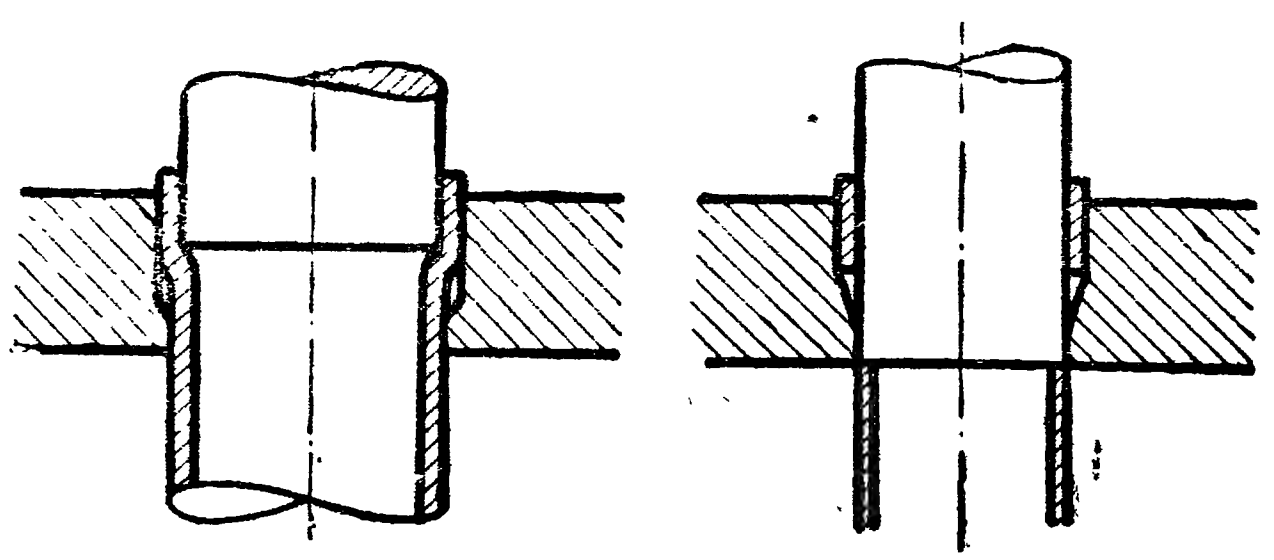
а) рабочий инструмент;

б) устройства для сообщения изделию вращательного движения;

в) устройства, фиксирующие положения изделия и его неизменность в момент обрезки;

г) устройство для съема изделия после окончания обрезки.

Конструкция устройства (фиг. 119,*а*) широко применяется при обрезке гильз с толщиной стенок от 0,25 до 1 *мм*.



Фиг. 118. Схема откуски.

Конструкция состоит из принудительно вращающегося дискового ножа *1*, принудительно вращающейся оправки *2* с насаженным на нее кольцом *3* и наконечником *4*, заталкивателя *5*, получающего вращение от трения об изделие, и поступательно-возвратно движущейся съемки *6*.

Наружный диаметр дискового ножа определяют в зависимости от:

1) возможности исключения проскальзывания ножа по изделию;

2) возможной переточки при затуплении не менее чем на (0,2—0,25) *D*;

3) получения большей окружной скорости, как обеспечивающей наилучшие условия обрезки;

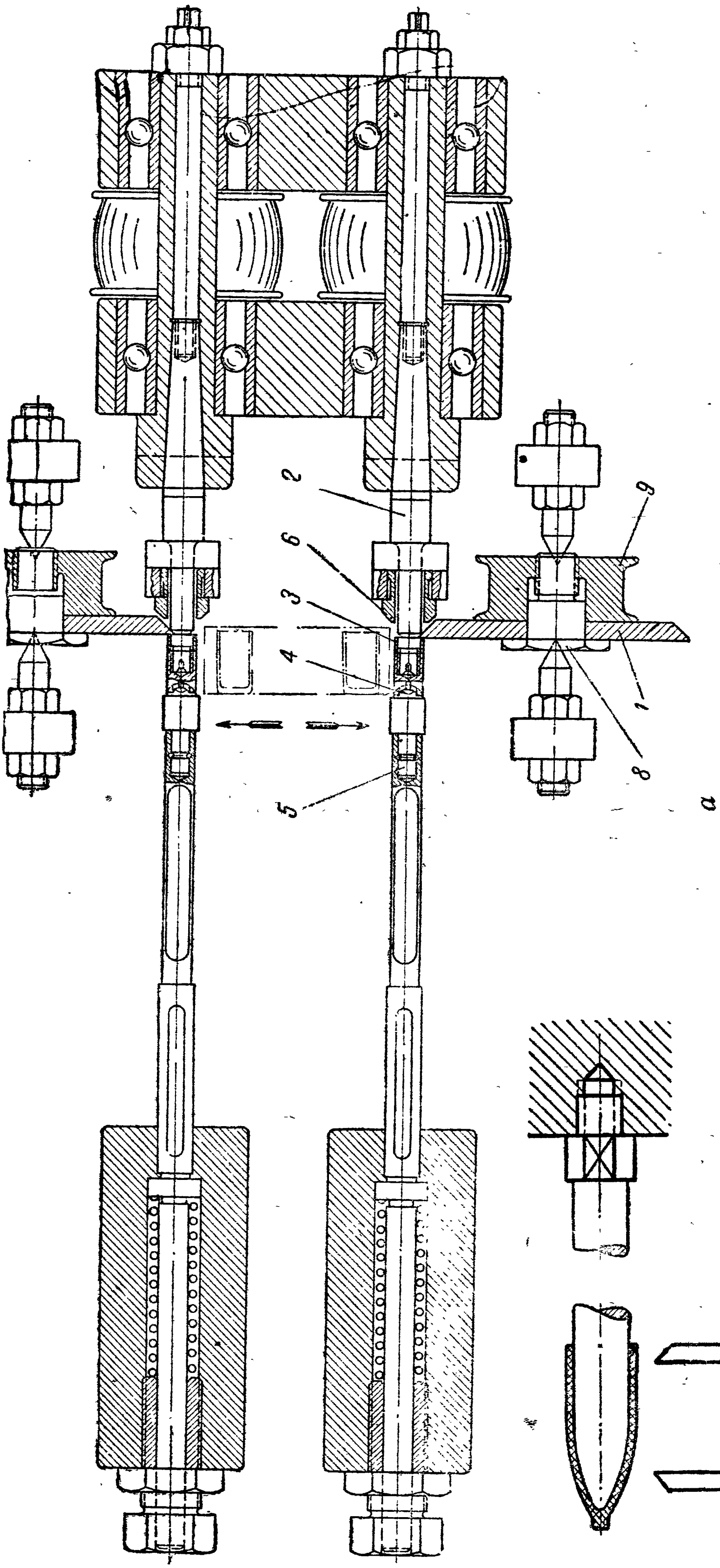
4) удобства изготовления, в особенности термической обработки;

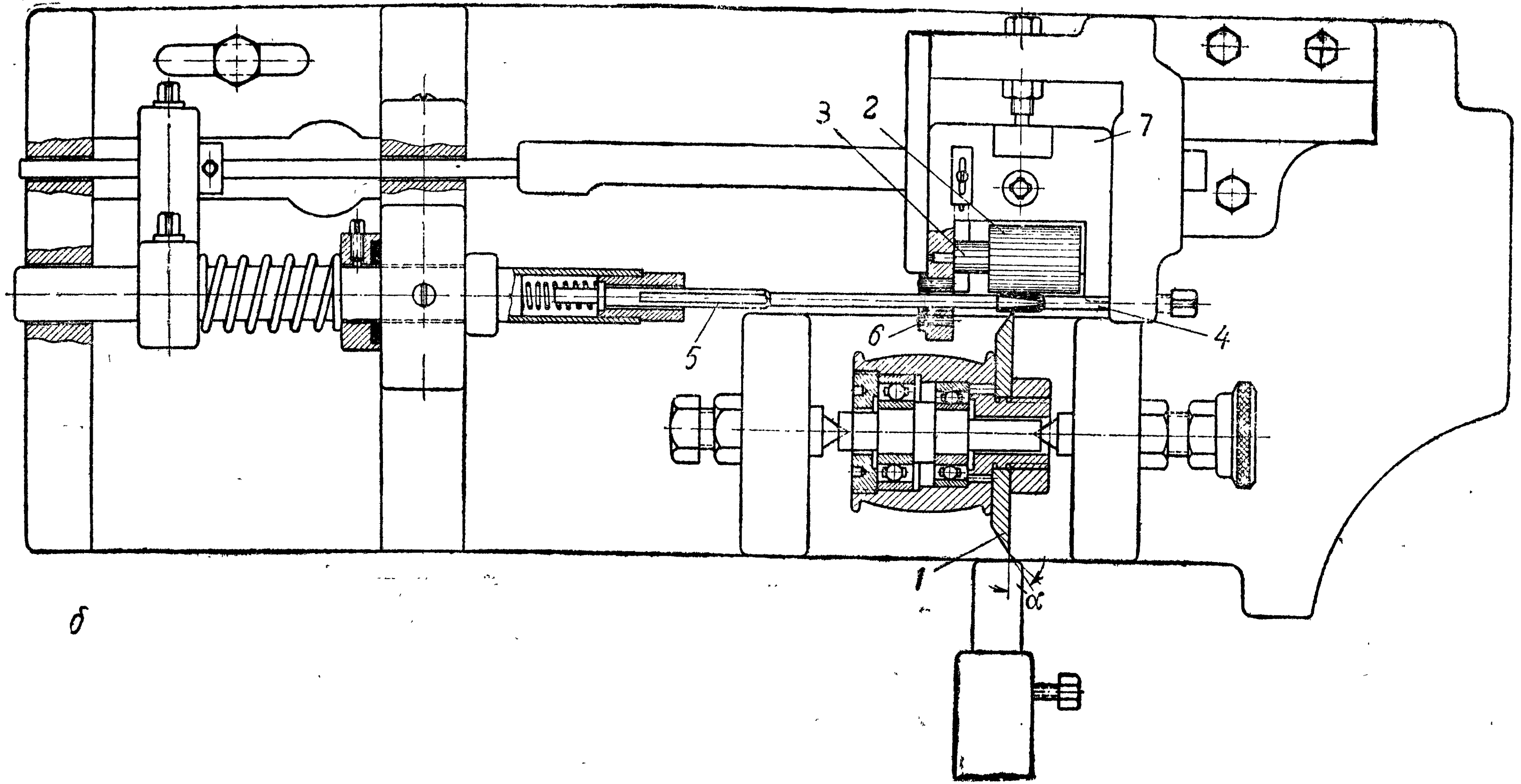
5) конструкции супорта станка обрезки.

Практика показала, что для металлических элементов патронов стрелкового оружия указанным условиям удовлетворяет диаметр ножа в пределах от 90 до 110 *мм*. Дисковый нож, установленный на ось *8* шкива *9*, при заточке снимается вместе с последним, иначе обеспечить правильность вращения невозможно. Величина угла заострения α зависит от материала изделия и материала дискового ножа.

От величины угла заострения α зависит стойкость ножа (выкрашивание и затупление), что подтверждается данными, полученными при проведении специального исследования с дисковыми ножами из углеродистой стали марки У12А, имеющими твердость $R_C = 58—60$.

Угол ножа	Средняя стойкость ножа до заточки, мин.
30	10--15
35	150—200
45	180—250


2
6
3
4
5
1
8
а
б



Фиг. 119. Схема установки инструмента при обрезке:
а—гильз; *б*—оболочек и стаканчиков; *в*—свинцовых рубашек.

Как показали исследования, угол α при обрезке гильз следует брать для ножа, изготовленного из стали У12А, — 40—46°, а из стали ШХ15 и РФ1 — 50—55°.

Для уменьшения трения ножа о материал обрезаемого изделия на дисковом ноже следует делать поднутрение. Угол поднутрения 2—3°.

Твердость рабочей части ножа после термообработки R_C =58—62. При изготовлении дисковых ножей целесообразно применять поверхностную закалку токами высокой частоты (нагрев под закалку).

Наконечник *4* оправки *2* (фиг. 119,*а*) для изделий, называемый на ряде заводов «кнопкой», «шарошкой», имеет своей целью противодействовать остановке изделия на вращающейся оправке в момент обрезки. Иначе говоря, наконечник обеспечивает вращение обрезаемого изделия, сидящего на оправке шпинделя и поддерживаемого с торца заталкивателем.

В практике патронных заводов применяют несколько типов наконечников, которые отличаются друг от друга выполнением торцевой поверхности.

Мы рекомендуем наконечники с зубцами, оформленные по типу пустотелых фрез, так как они обеспечивают хорошее сцепление с обрезаемым изделием и длительный срок службы.

Размеры и форма наконечника определяются внутренним профилем обрезаемого изделия, отличаясь от него на 0,1—0,2 *мм* по диаметру, что необходимо для обеспечения легкого надевания и обязательного упора наконечника в дно изделия. Если это условие не будет сохранено, неизбежны выпады по длине обрезки, а непрочность сцепления наконечника и изделия приведет к недорезам.

Оправка и наконечник соединяются резьбой. Наконечники изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У10 или У10А. Твердость рабочей части после термообработки R_C=59—60.

Помимо наконечника, на оправку надеты еще одно или два обрезных кольца *3*, основное — режущее и дополнительное — установочное. При установке основного кольца необходимо проследить, чтобы режущая кромка его совпала с кромкой дискового ножа.

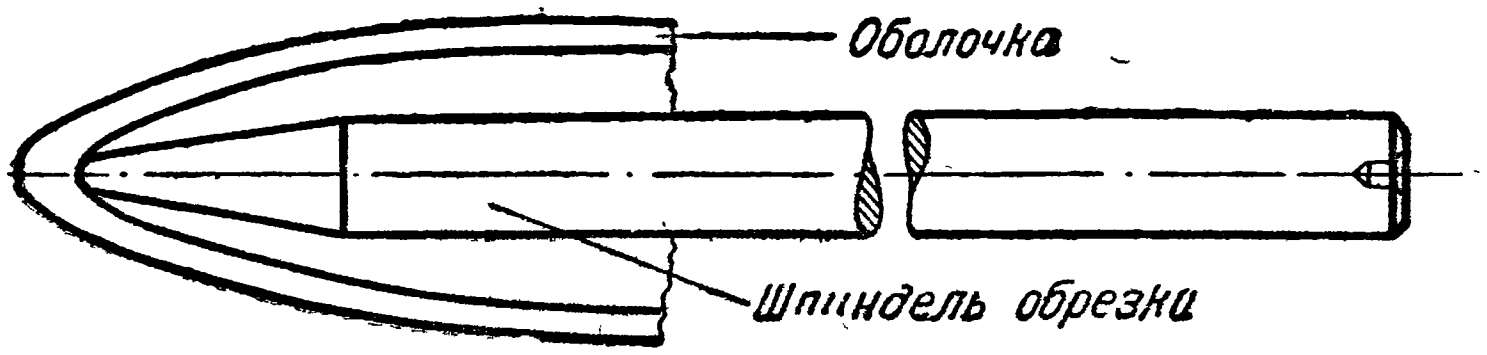
Основное кольцо имеет форму цилиндра, наружный диаметр которого меньше внутреннего диаметра обрезаемого изделия. Торцевые кромки кольца острые. Для исключения трения ножа о кольцо последние на торце имеют поднутрение под углом 2—3°. Дополнительное кольцо не является обязательным, так как оно предохраняет оправку от «зарезания» ее ножом. Наружный диаметр его равен диаметру основного кольца. Кромки кольца притуплены; со стороны рабочей части ножа сделан скос под углом. Угол следует выбирать таким, чтобы нож в крайнем своем положении не упирался в дополнительное кольцо. Если дополнительное кольцо отсутствует, аналогичный скос должен быть на оправке. Кольца изготовляют из инструментальной стали марок У10 или У10А. Твердость после термообработки R_C=45—50, т. е. твердость колец всегда должна быть меньше твердости ножа, с тем чтобы при случайных зарезах предохранить нож от выхода из строя. Торцы у кольца должны быть параллельны. В противном случае нож выйдет из строя, что приведет к неполному отделению отхода.

Оправка состоит из цилиндрической части, на которой крепятся обрезные кольца, наконечник и обрезаемое изделие, и конического хвостовика, рассчитанного на передачу крутящего момента, возникающего в процессе работы. Для предупреждения осевых сдвигов оправка имеет резьбовую затяжку, для чего в хвостовой части сделана резьба. Материалом для оправки служит инструментальная сталь марки У10 или У10А. Заталкиватель *5* (фиг. 119,*а*) является частью станка, однако его размеры следует подбирать соответственно размерам обрезаемых изде-

лий. Следует помнить, что от легкости вращения заталкивателя зависит качество обрезки. Действительно, если произойдет заедание заталкивателя или он будет поворачиваться туго, изделие на вращающейся оправке остановится, а следовательно, получится недорез.

Обрезанное изделие и колечко удаляются съемкой *6*, имеющей поступательно-возвратное движение по оправке *2*.

Конструкция второго типа (фиг. 119,*б*) применяется при обрезке пульных оболочек и стаканчиков для пиротехнических составов, имеющих толщину стенки менее 0,7 *мм*. Конструкция состоит из дискового ножа *1*, имеющего принудительное вращение, опорных роликов *2*, вращающихся на оси *3*, упора *4*, шпинделя заталкивателя *5*, имеющего поступательно-возвратное движение, и съемки *6*, движущейся перпендикулярно движению шпинделя.



Фиг. 120. Схема положения шпинделя обрезки в оболочке.

Конструкция дискового ножа для обрезки изделий, опирающихся на стальные закаленные ролики, аналогична рассмотренной ранее конструкции и отличается от нее только углом заострения, который в целях уменьшения давления на обрезаемое изделие берется не более 30°. В обрезке участвуют следующие детали: ролики *2*, на которые опирается изделие в момент обрезки, державка для роликов *7*; съемка *6* и упор *4* подбираются конструктивно. При изготовлении этих деталей необходимо проследить, чтобы:

1) диаметры роликов были одинаковыми;

2) отверстия под оси были концентричны наружным поверхностям;

3) оси роликов были параллельны друг другу и оси дискового ножа;

4) ролики на осях свободно провертывались;

5) поверхность роликов была тщательно обработана.

Нарушение этих условий приводит к браку при обрезке и быстрому затуплению, а иногда и выкрашиванию дискового ножа.

Шпиндель обрезки, называемый на некоторых заводах шпалером; заталкивает и поддерживает в определенном положении обрезаемое изделие.

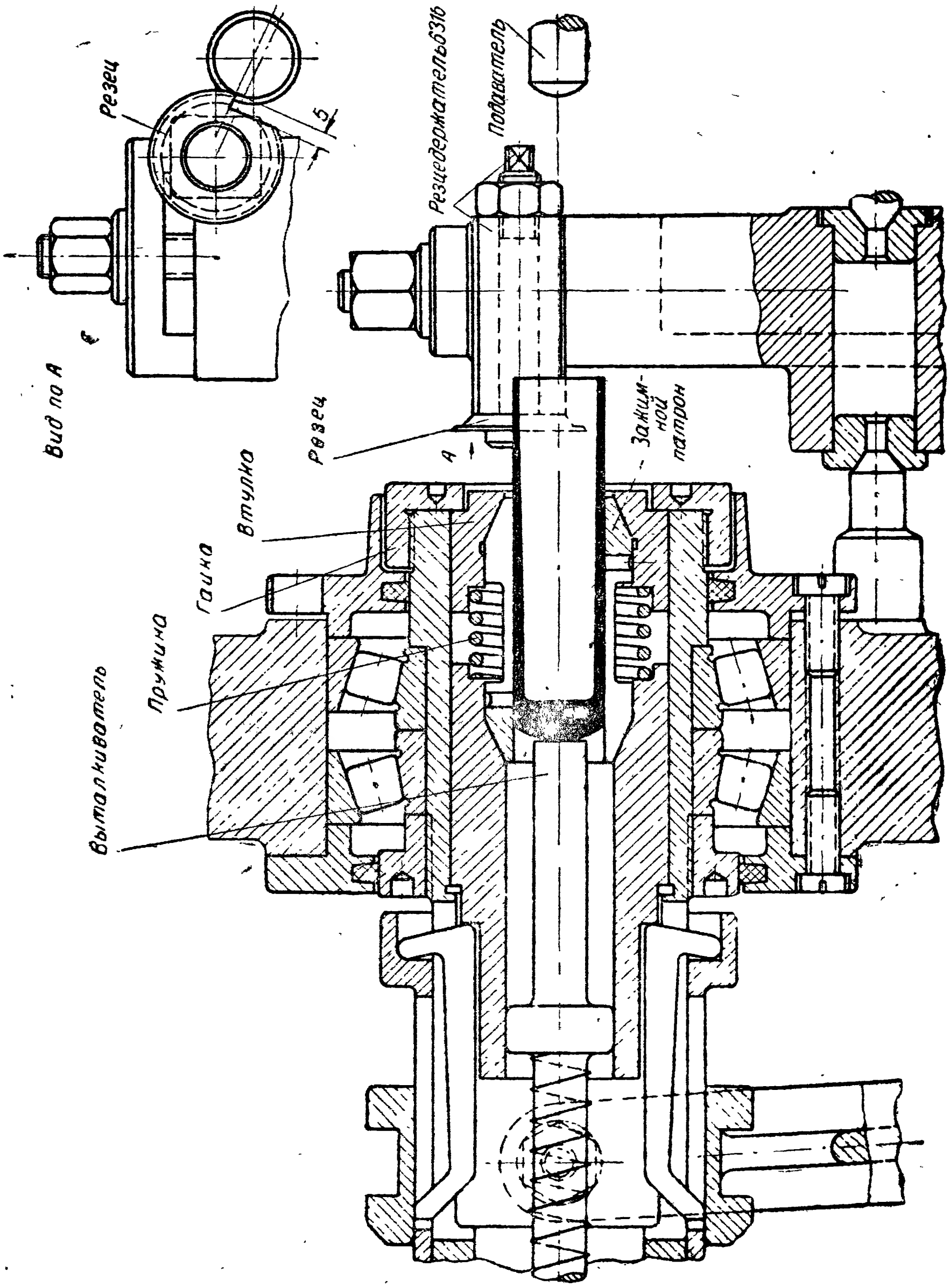
Шпиндель обрезки изготовляется из стали У10 и представляет собой стержень, диаметр которого берется 0,6—0,75 внутреннего диаметра обрезаемого изделия. Рабочий конец шпинделя обрезки, имеющий твердость 58—60 R_c, затачивается на конус с таким расчетом, чтобы он в донной части обрезаемого изделия касался незначительного отрезка поверхности. На фиг. 120 показано в увеличенном масштабе сопряжение внутренней поверхности обрезаемого изделия с рабочим концом шпинделя обрезки. Хвостовая часть шпинделя обрезки зависит от конструкции заталкивающей части станка.

Третий тип (фиг. 119,*в*) применяется при обрезке свинцовых изделий. Дисковый нож для свинцовых изделий отличается от ранее рассмотренных величиной угла заострения, который берется

$$\alpha = 28—35°.$$

При обрезке свинцовых изделий вытяжкой пуансон, образующий внутреннюю поверхность, и обрезной стержень практически имеют одинаковые диаметры.

Отличие рабочей части стержня от пуансона заключается в том, что на отдельных участках обрезной стержень полнее; кроме того,



Фиг. 121. Схема установки при обрезке со снятием стружки.

для тех свинцовых рубашек, у которых обрезают носики во избежание провертывания обрезаемого изделия в процессе обрезки, конец стержня затачивают на 4 или 6 граней или на конце его делают накатку. При таком выполнении конца стержня внутренняя поверхность изделия не изменяется, так как эта часть его обрезается.

Изделие после обрезки снимают вручную, если обрезку производить на бабке, или кольцевой съемкой, — если на станке.

Конструкция инструмента и его крепление при обрезке гильзовых заготовок со снятием стружки показаны на фиг. 121.

Как видно на рисунке, комплект инструмента состоит из: а) дискового резца, б) державки для дискового резца, в) зажимной цанги.

Профиль рабочей части дискового резца для обрезки показан на рисунке.

Резец изготовляют из стали марок У12А—РФ1 или ЭИ-184, твердость после термической обработки $R_C = 60 \div 62$.

§ 3. Контроль точности изделий при обрезке и откуске

Точность обрезки зависит от выбранного способа обрезки, точности станка, диаметра и длины обрезаемого изделия и неизменности наладки станка в процессе его работы. На табл. 64 приведены данные по точности обрезки, достигаемые на существующем парке оборудования патронных заводов.

Таблица 64

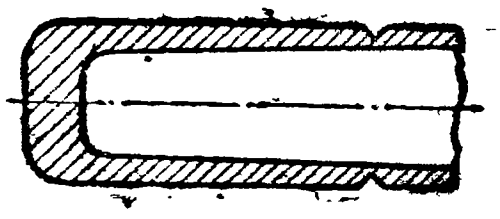
Точность обрезки

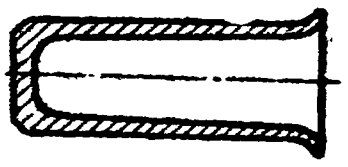
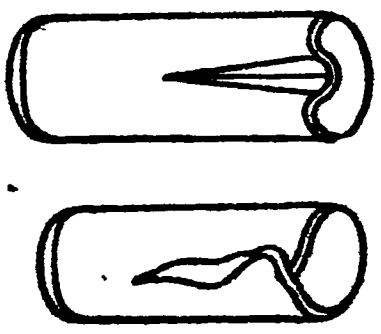
Способ обрезки	Диаметр *мм*	Длины, *мм*			
		10—30	30—50	50—100	>100
Обрезка на оправке при наличии принудительного вращения изделия и дискового ножа	5—10	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5
	10—15	±0,3	±0,4	±0,5	±0,7
	15—25	±0,3	±0,4	±0,5	±0,7
Обрезка на вращающихся роликах при наличии принудительного вращения дискового ножа	5—10	±0,12	±0,2	±0,3	±0,5
	10—15	±0,15	±0,25	±0,35	±0,7
	15—25	±0,15	±0,3	±0,4	±0,7
Обрезка дисковым резцом изделий, зажатых в цангу	5—10	±0,1	±0,2	±0,2	±0,3
	10—15	±0,15	±0,25	±0,3	±0,4
	15—25	±0,2	±0,3	±0,35	±0,5

Нарушение правил эксплоатации в процессе производства приводит к браку, виды и причины которого приведены в табл. 65.

Таблица 65

Виды и причины брака при обрезке полых металлических изделий

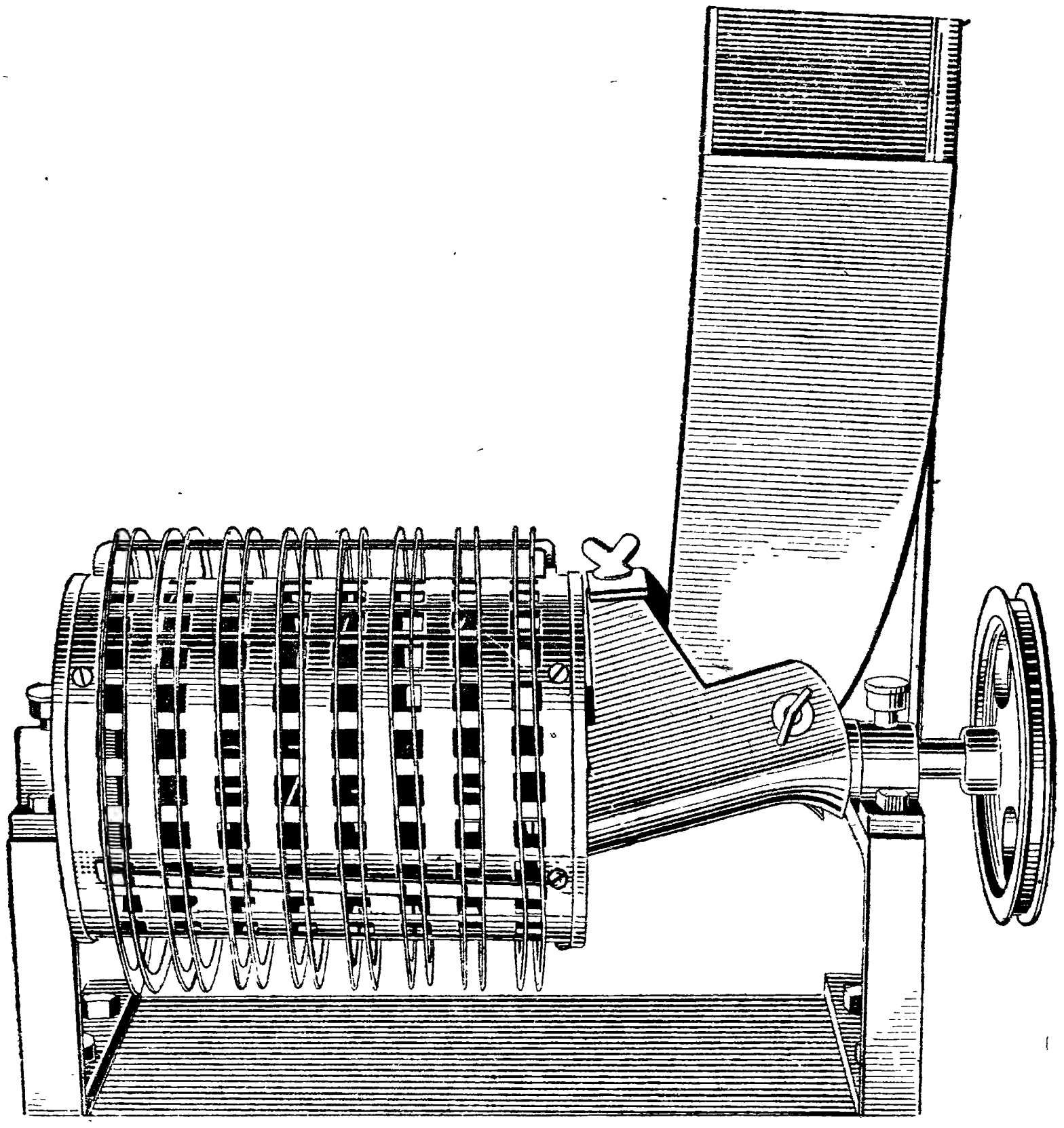
Виды брака	Причины брака
Недорезы 	1. Плохое обезжиривание полуфабриката, поступающего на обрезку 2. Срабатывание зубцов у наконечника оправки (шарошки) 3. Слабый прижим заталкивателем обрезаемого изделия к наконечнику 4. Износ или неправильные размеры обрезного кольца и оправки 5. Тупой дисковый нож 6. Изношенные центры, поддерживающие оправку с дисковым ножом

Виды брака	Причины брака
	7. Недостаточное радиальное перемещение дискового ножа вследствие неправильной наладки станка 8. Чрезмерно большое радиальное перемещение дискового ножа, вызывающее остановку обрезаемого изделия
Заусенцы у обреза, рваные края 	Тупой дисковый нож (резак) или обрезное кольцо, выкрашивание кромки у ножа или кольца
Короткие и длинные изделия	Неправильная регулировка дискового ножа в осевом направлении, неправильное положение обрезного кольца или упора, неправильная посадка обрезаемой заготовки на оправку
Дуговые надрезы на изделиях, обрезаемых на опорных роликах	Продольное качание дискового ножа из-за плохого крепления оправки ножа в центрах
Царапины на донышке и на поверхности головки у изделий, обрезаемых на оправке	Остановка упорного стержня (заталкивание)
Разорванный край у изделий, обрезаемых на оправке 	Неправильная работа подающего лотка, преждевременное опускание последнего или неправильная регулировка величины подъема и опускания. В первом случае снятое с оправки изделие, попадая обратно в лоток, мнется, а во втором, ударяя в край оправки, разрывается

Правильность размеров после обрезки проверяется обычной предельной скобой. После обрезки вследствие попадания отходов обрезки (колечка) в ящик с изделиями, затрудняющих ведение последующих операций, необходимо произвести сортировку. На американских заводах отделение колечек, а вместе с этим и разорванных и недорезанных изделий, производится на ленточном транспортере, установленном с задней стороны группы станков, на который падают обрезанные изделия. Контролер, сидящий в конце транспортера, просматривая проходящие изделия, сбрасывает дефектные и колечки.

На наших заводах колечки отделяют при поступлении изделия на последующую операцию, если она ручная т. е. имеет лотковое питание; если операция автоматизирована, колечки отделяют специальными механизмами, которые или монтируются на станке обрезки или

устанавливаются для группы станков. На фиг. 122 показан механизм для отделения колечек при обрезке гильз, являющийся дополнительным узлом станка. Обрезные изделия вместе с колечками через воронку попадают внутрь барабана. При вращении барабана шнек со-



Фиг. 122. Барабан для отделения колечек после обрезки.

общает гильзам и колечкам поступательное движение. Так как по окружности барабана имеются окна, размер которых достаточен для выпадания колечек, но мал для выпадания изделия, колечки выпадают через окна, а освобожденные от них изделия выбрасываются шнеком в ящик. Сортировка на специальной установке для ряда станков аналогична описанной выше.

ГЛАВА IX

ШТАМПОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАТРОНА

§ 1. Общие сведения

Штамповкой называется процесс, изменяющий форму заготовки вследствие перемещения объема металла заготовки с последующим увеличением или уменьшением массы металла в определенных частях изделия; штамповкой придают перемещаемым массам необходимые формы и размеры. К штамповочным работам относятся следующие операции: а) подфланцовка, б) штамповка, в) высадка, г) маркировка (клеймение), д) рельефная штамповка, е) калибровка.

Из всех перечисленных операций при изготовлении металлических элементов патронов для стрелкового оружия наибольшее распространение имеет штамповка. Остальные операции применяются только в особых случаях при изготовлении деталей пуль специального действия и толстодонных гильз. Штамповка применяется при изготовлении трубчатых сердечников, головок и оболочек для специальных пуль, главным образом — для получения на предварительно вытянутых заготовках плоского дна и образования незначительных уступов. Особое значение штамповка приобретает при изготовлении гильз, где помимо создания сложной конфигурации донной части гильзы в последней должны быть получены механические свойства, обеспечивающие безотказность работы гильзы в процессе выстрела.

Из этого следует, что штамповка является одной из основных операций в производстве гильз, от которой зависит получение изделия высокого качества. Основными условиями, обеспечивающими нормальную штамповку гильз, являются:

а) правильное соотношение между размерами, в особенности диаметрами и радиусами вытяжных пуансонов, подготовляющих заготовку под штамповку;

б) правильное соотношение между диаметральными размерами и радиусами пуансонов вытяжки и штамповки;

в) правильная отладка кинематики пресса, т. е. взаимное движение инструментов, производящих штамповку;

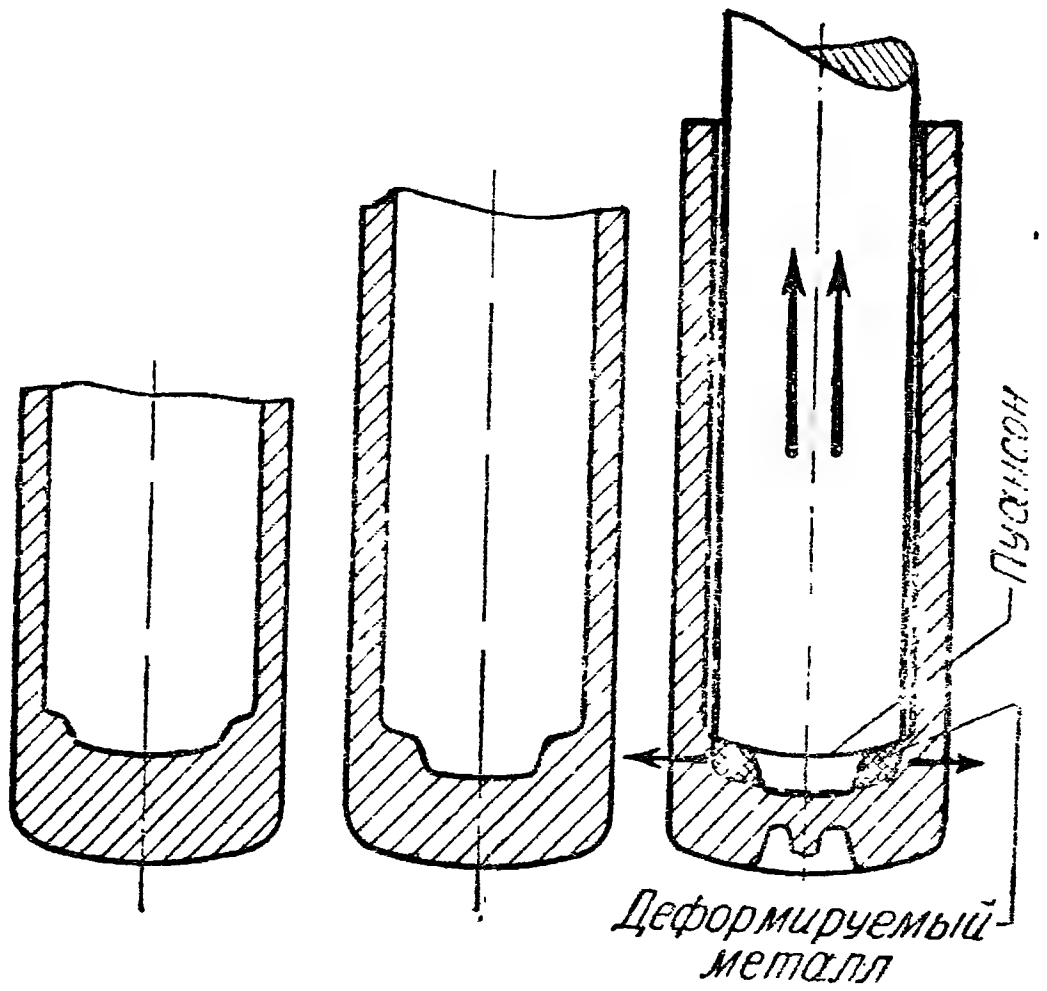
г) хорошее состояние поверхности заготовки, поступающей на штамповку;

д) соотношение между механическими свойствами металла заготовки и готового изделия;

е) правильная геометрическая форма и правильные размеры инструмента штамповки и неизменность их в процессе работы под влиянием значительных усилий.

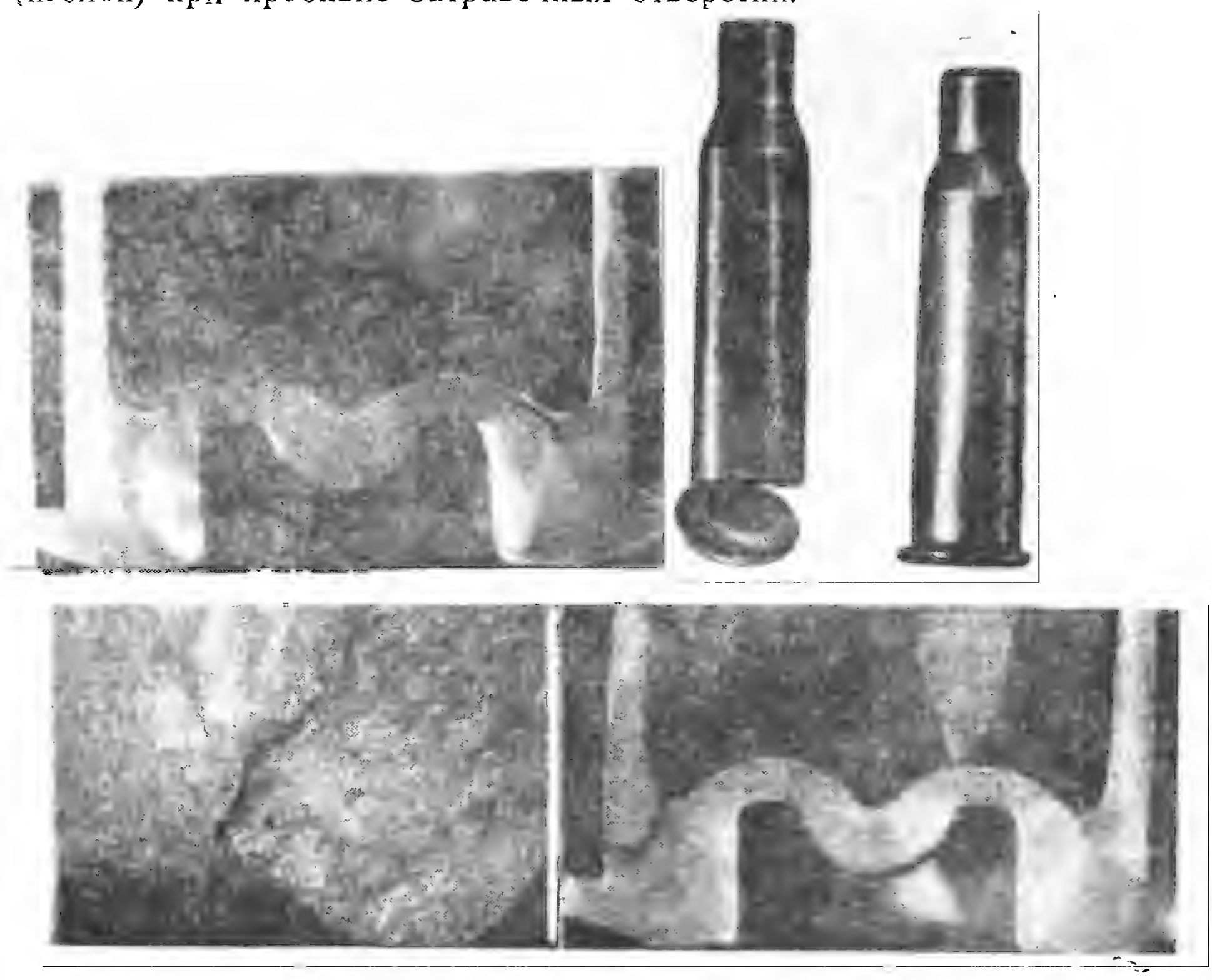
Для доказательства правильности наших требований приведем ряд примеров.

Если при изготовлении винтовочных гильз диаметр пуансона второй вытяжки в нижней части будет больше или равен на этом же участке диаметру пуансона третьей вытяжки (фиг. 123), то при третьей вытяжке образуются «бугры»; при первой штамповке они будут причиной образования складки («кармана»), направленной по отношению к оси гильзы под углом, а при второй штамповке — причиной появления поперечных трещин под шляпкой, а иногда и отрывов шляпки в момент выстрела (фиг. 124).



Фиг. 123. Бугры в результате неправильных размеров вытяжного инструмента.

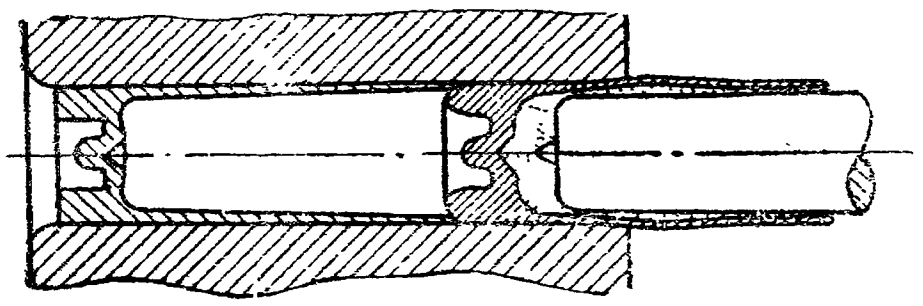
Указанное выше соотношение диаметров пуансонов второй и третьей вытяжек понижает стойкость штампов и пуансонов первой штамповки вследствие деформации большой массы металла; кроме того, это приводит к увеличению толщины перегородки на второй штамповке, в результате чего резко снижается стойкость пуансонов (иголок) при пробивке затравочных отверстий.



Фиг. 124. Складки в донной части гильзы:
а—отрывы шляпки вследствие складки.

Неправильно выбранные диаметральные размеры и радиусы вытяжных пуансонов также являются причиной «бугров» и образования сферического дна заготовки; при этом в случае получения гильз с плоским дном на корпусе с небольшим радиусом происходит рост усилий, действующих на матрицу и на пуансон, что приводит не только к изменению размеров, но и к поломке или изгибу пуансонов и раскалыванию матриц.

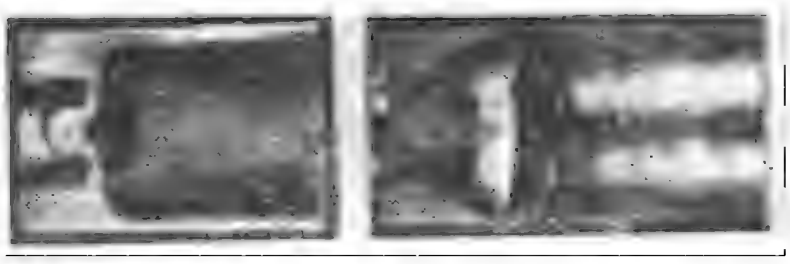
Штамповка тонкостенных заготовок с попавшими внутрь крупными опилками, оставшимися от протирки, приводит к разрыву штампуемого изделия в процессе штамповки или при выстреле.



Фиг. 125. Схема входа изделия в матрицу с кусочком дерева внутри заготовки.

Рассмотрим более подробно этот случай. На прессах для окончательной штамповки ввод заготовки в матрицу сопровождается ударом, так как заготовка входит в матрицу с некоторым натягом и, помимо того, она должна вытолкнуть предыдущее, уже отштампованное изделие (фиг. 125). От удара пуансона попавший в заготовку кусочек дерева (опилки) спрессовывается, часть его остается между дном заготовки и торцом пуансона, а часть попадает между стенками заготовки и пуансоном; при этом дульцевая часть заготовки раздувается, что приводит при движении пуансона вперед к росту усилия для проталкивания.

Следует отметить, что пуансон при этом толкает заготовку в дно, а матрица как бы удерживает ее по корпусу, так как сила трения между матрицей и заготовкой больше, чем между пуансоном и заготовкой. Разность величин сил трения вызывается, главным образом, различным состоянием поверхностей пуансона и матрицы, которая изнашивается быстрее, и наличием между пуансоном и внутренней поверхностью заготовки спрессованного маслянистого дерева, являющегося смазкой при высоком удельном давлении, имеющем место в данном случае.



Фиг. 126. Кольцевые утонения.

Фиг. 127. Разрыв по кольцевым утонениям.

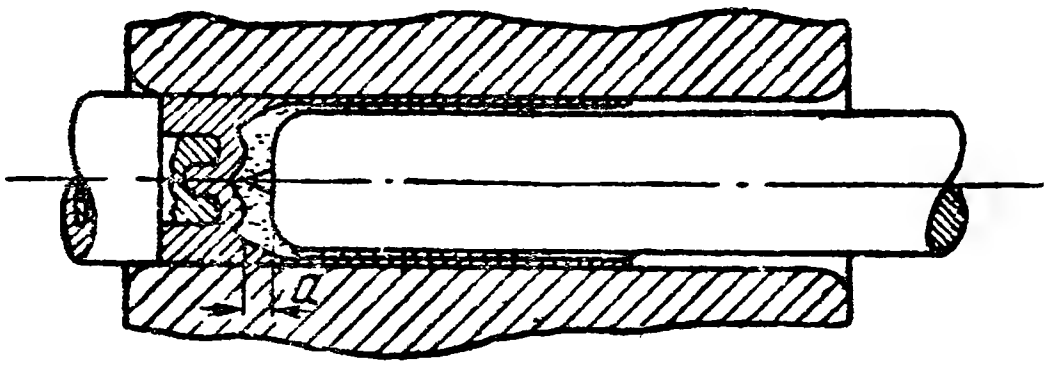
На фиг. 125 показана заготовка, имеющая внутри кусочек дерева, пропущенная через матрицу при снятом с пресса инструменте, оформляющем основание и капсюльное гнездо гильзы. В этом случае происходит местное утонение стенок заготовки, а на наружной цилиндрической поверхности образуются сглаженные наплывы, а иногда и надрывы стенок. Когда инструмент, образующий донную часть гильзы (штампа), займет крайнее переднее положение (фиг. 126), штампуемый материал будет затекать между пуансоном и матрицей, вследствие чего на стенках заготовки вблизи ее донной части получится резкое кольцевое утонение (фиг. 127).

Заготовка при этом еще больше расклинивается в матрице, а пуансон вследствие упругой деформации всех кинематических звеньев.

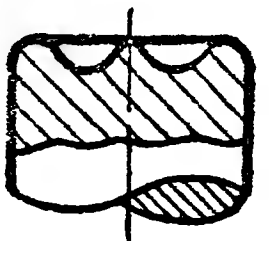
приводящих его в движение, пружинит больше чем обычно, на величину, близкую к *a* (фиг. 128).

В момент отхода штампа пуансон под влиянием сил упругости, а иногда и вследствие конструктивных особенностей пресса, перемещается вперед и отрывает донную часть отштампованного изделия (фиг. 127). Происходит это явление, как уже указывалось выше, по двум причинам:

1. Сила трения между изделием и матрицей больше, чем между пуансоном и изделием.



Фиг. 128. Положение инструмента при штамповке в постороннем изделии.

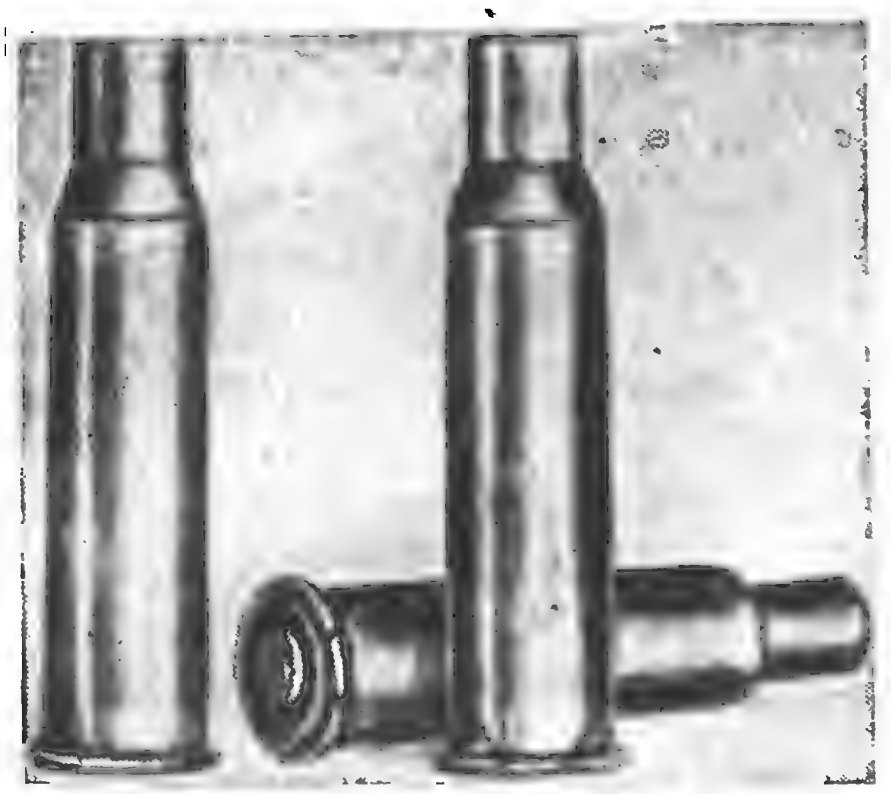


Фиг. 129. Пуансон с выкрошившейся рабочей частью.

2. В месте разрыва предварительно было образовано кольцевое утонение стенки.

В зависимости от смазки наружной поверхности изделия, чистоты канала матрицы и других факторов полный отрыв донной части изделия, в заготовке которого был кусочек дерева, может и не произойти при окончательной штамповке, но тогда он неминуем при стрельбе вследствие кольцевого утонения стенок.

Приведем еще два примера, иллюстрирующие влияние геометрической формы инструмента на качество штампуемых изделий. Если

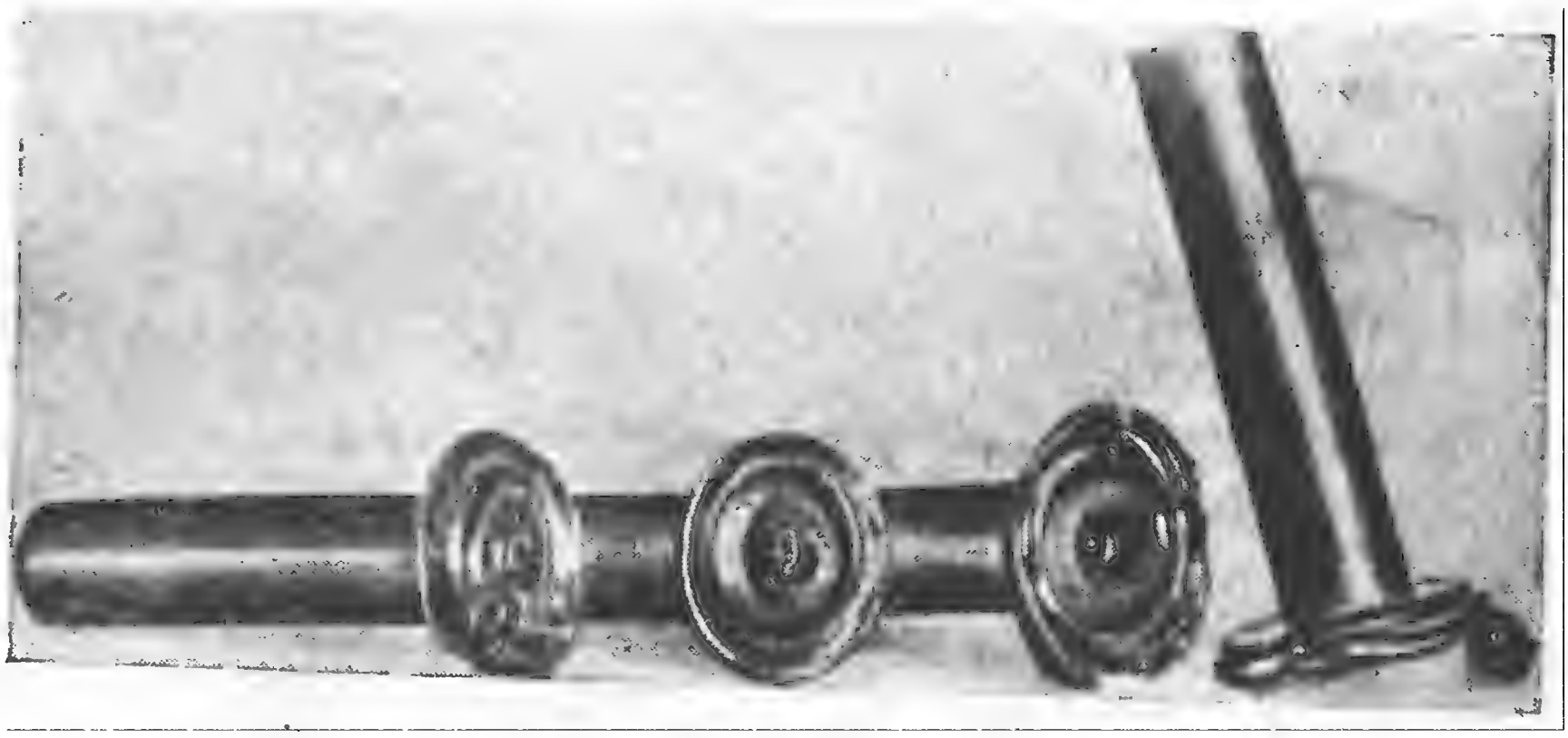


Фиг. 130. Гильзы с трещиной под шляпкой.

фигура на пуансоне для штамповки винтовочных гильз выкрошится (фиг. 129) или такое выкрашивание будет на пуансоне третьей вытяжки, в особенности — четвертой вытяжки, при окончательной штамповке будет получена неправильная форма капсюльного гнезда и обязательно появятся трещины по корпусу под шляпкой. Следует заметить, что форма трещины весьма своеобразна (фиг. 130): концы ее загнуты по направлению к дульцу гильзы.

Вследствие деформации соска, образующего капсюльное гнездо, при окончательной штамповке и наличия матрицы с разработанным каналом, в котором находится изделие, отштампованное изделие

остается на соске и при обратном ходе ползуна пресса спрессовывается (фиг. 131), что приводит к поломке инструмента. При строгой матрице, т. е. когда изделие прочно удерживается матрицей, оно не спрессовывается, но неизбежно получение размеров капсюльного гнезда, не



Фиг. 131. Спрессованные гильзы.

соответствующих чертежным. Если такая гильза будет доведена до готового патрона, при выстреле произойдет прорыв газов по окружности капсюльного гнезда или выпадение капсюля.

§ 2. Технология штамповки

Как уже указывалось, штамповка наиболее распространена при производстве гильз. Поэтому все наши рассуждения будут относиться к штамповке гильз, а штамповка других элементов патрона будет рассмотрена попутно.

Штамповка дна гильз обычно производится в две операции и только на некоторых заводах США — в три операции.

Первая штамповка обеспечивает предварительное образование капсюльного гнезда, наковальни, накопление материала, количественно обеспечивающего образование дна (шляпки), и подготовляет металл к получению необходимых механических свойств в донной части.

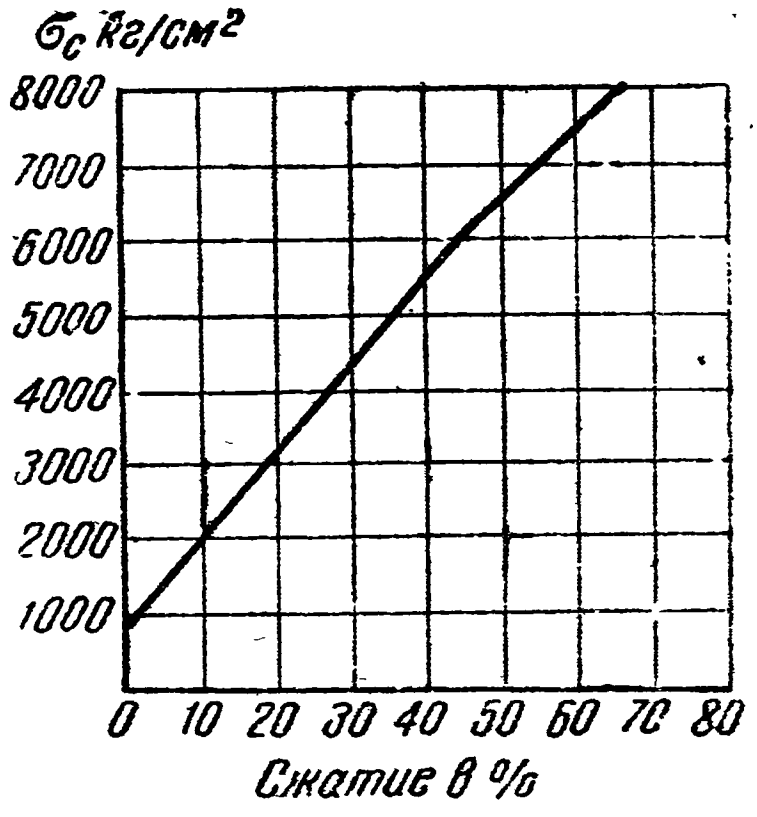
При второй штамповке донная часть гильзы получает окончательные механические свойства и окончательную форму.

В процессе второй штамповки капсюльное гнездо получает окончательные размеры, образуются наковальня, шляпка, если такая имеется на гильзе, или получается плоское основание гильзы и на торце гильзы наносится марка (клеймо завода и год выпуска).

Трубчатые сердечники обычно штампуют для получения плоского дна, так как после вытяжек с утонением оно имеет сферическую форму, и для получения сопряжения под прямым углом дна и стенок по внутренней поверхности. Аналогичные изменения происходят в других элементах патрона. Штамповка трубчатых сердечников головок пуль специального действия обычно производится в одну операцию.

Предел упругости металла в дне гильзы должен быть больше максимального давления пороховых газов при выстреле. Если это условие не соблюдено, неизбежны деформация (сжатие) дна в момент выстрела и увеличение диаметра под шляпкой, что приводит к тугой экстракции.

Зависимость между деформацией сжатия латуни и пределом упругости изучена Матюниным и выражена в виде диаграммы (фиг. 132). По ординатам отложен предел упругости, а по абсциссам — деформация сжатия в процентах.

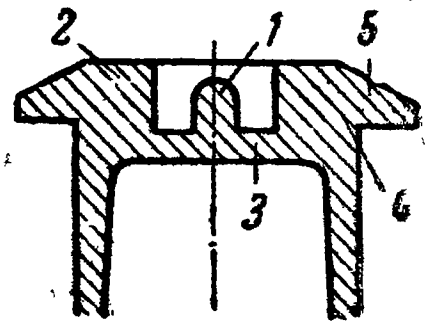
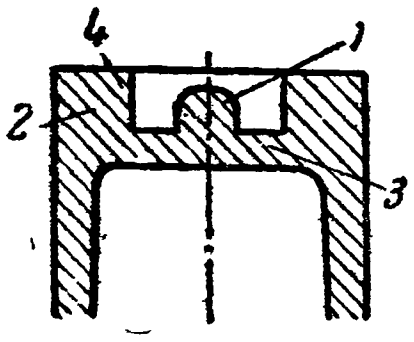


Фиг. 132. Диаграмма Матюнина.

Механические свойства донной части гильзы проверяют по числам твердости (табл. 66).

Таблица 66

Числа твердости по Виккерсу, характеризующие механические свойства гильзы в донной части

Эскиз гильзы	№ участков	Участки	Твердость гильз	
			латунных	стальных
	1	Наковальня	180	220—200
	2	Стенки капсюльного гнезда	190	225—235
	3	Перегородка	185—195	230—250
	4	Торец	175—185	210—230
	1	Наковальня	180—170	225—210
	2	Стенки капсюльного гнезда	185—190	230—210
	3	Перегородка	185—195	230—250
	4	Торец	185—195	210—225
	5	Шляпка	175—185	210—230

Примечания. 1. Меньшие значения твердости приведены для гильз, испытывающих давление пороховых газов при выстреле до 2700 *кг/см²*, а большие—для больших давлений.

2. В арсеналах США считают, что латунная гильза хорошего качества должна иметь в донной части прочность более 50 *кг/мм²*.

Понижение твердости приводит к ряду дефектов; наиболее характерные приведены в табл. 67.

Таблица 67

Дефекты гильз в результате нарушения механических свойств в донной части

Тип гильзы	Материал гильзы	Дефект	Число твердости
Пистолетная гильза	Латунь	Выпадение капсюлей	115—130
Винтовочная гильза	Сталь	Выпадение капсюлей	140—150
		Спрессовывание при второй штамповке	155—165
		Тугая экстракция	150—170
Гильза для противотанкового патрона	Латунь	Срез фланца	140
		Выпадение капсюлей	140—130

Получение необходимых по ТУ механических свойств должно быть положено в основу и при определении места штамповки в производственном процессе.

Из диаграммы Матюнина и принятых давлений в процессе выстрела следует, что деформация металла при штамповке должна быть достаточно большой; если между штамповками или после окончательной штамповки произвести термообработку, то получить необходимые для прочной гильзы механические свойства окажется невозможно.

Штамповка должна производиться в процессе изготовления гильзы с таким расчетом, чтобы общий нагрев до температур, изменяющих пластические свойства, был исключен. Обычно для гильз, имеющих упор в скат, т. е. гильз без шляпки, штамповки, следуя друг за другом, расположены после вытяжек; для гильз с упором в шляпку первую штамповку производят перед последней вытяжкой, а вторую — после последней вытяжки (между вытяжками термообработка отсутствует). Такой порядок операций позволяет иметь более прочный инструмент на первой штамповке.

При штамповке изделий с целью получения плоского дна (трубчатые сердечники) она производится после вытяжек, а при необходимости создать уступы и при условии, что механические качества изделия не оказывают влияния на его прочность (головки спецпуль), штамповке предшествует отжиг.

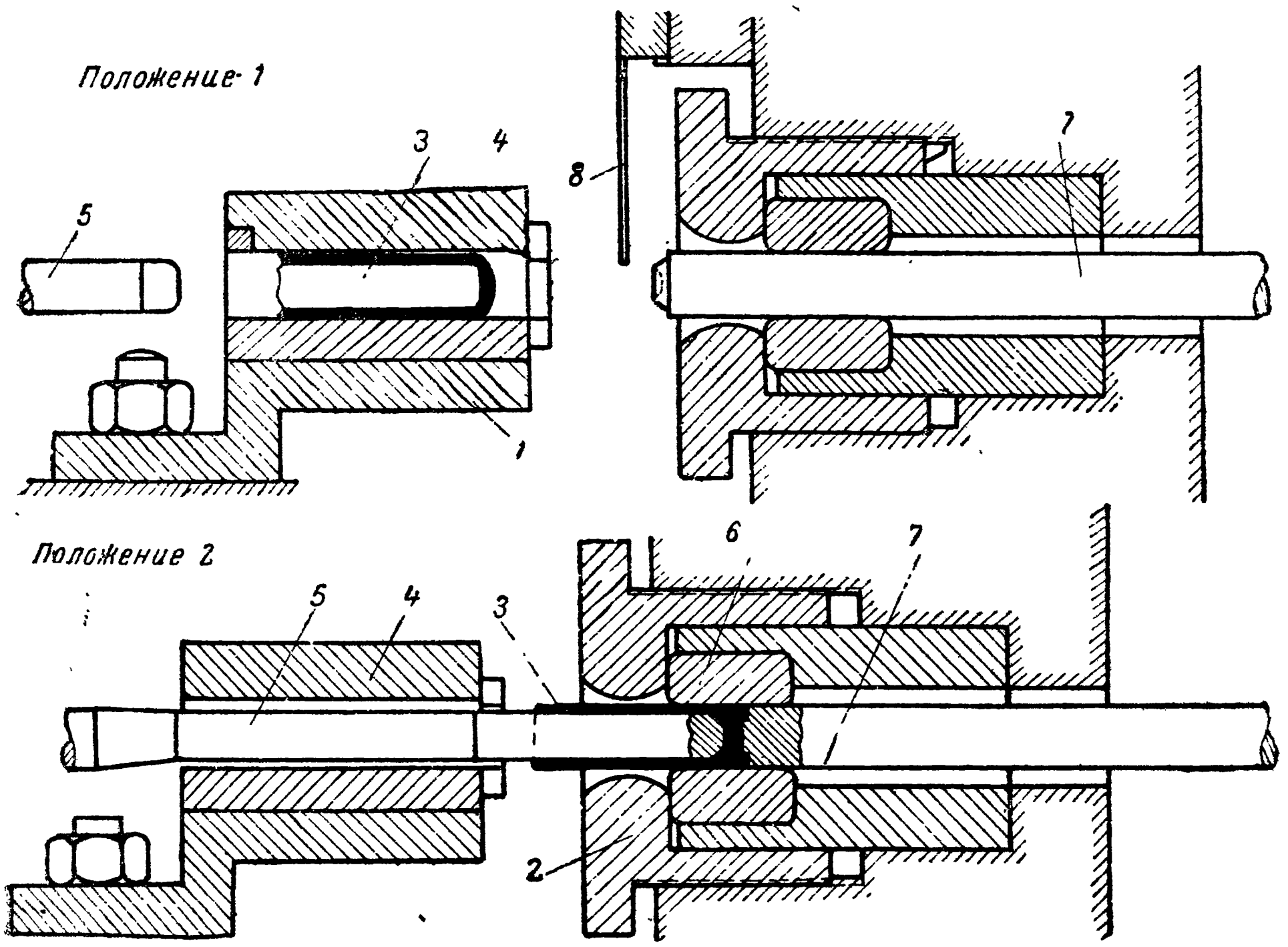
Штамповке должна предшествовать обрезка для облегчения входа пуансона, формоизменяющего внутреннюю поверхность; помимо этого, заготовки должны быть обезжирены и хорошо просушены. Особенного внимания потребуют последние операции, так как масло, влага и опилки, попадающие внутрь заготовки, приводят часто к браку в процессе штамповки или при выстреле.

Процесс предварительной штамповки винтовочных гильз и штамповки дна у трубчатых сердечников в общем виде представляется так. Когда коленчатый вал находится в нижнем положении (фиг. 133), заготовка *3* подается в питатель *4*, а следовательно, находится на линии пуансона *5* и штампа *7*; при повороте вала пуансон *5*, перемещаясь вправо, надевает на себя заготовку, выталкивает ее из питателя и переносит в матрицу, где заготовка, встречая на своем пути движущийся со вторым ползуном пресса штамп, в донной части изменяет форму. Окончание процесса соответствует верхнему положению вала.

При дальнейшем движении, т. е. когда вал пресса возвращается в нижнее исходное положение, отштампованная заготовка в зависимости

от конструкции пресса снимается съемками *8* или остается в матрице, из которой и выталкивается подаваемой из питателя очередной заготовкой при рабочем ходе пуансона. Такая последовательность соблюдается и при окончательной штамповке винтовочных гильз. Отдельные этапы работы показаны на фиг. 134.

Штамповка основана на пластической деформации металла под влиянием больших давлений. В процессе штамповки вследствие перемещения металла по внутренней и в особенности по наружной поверх-



Фиг. 133. Схема установки при первой штамповке.

кости металла образуются капсюльное гнездо и наковальня, а смещенный металл используется для образования головки гильзы. Величина необходимого смещения зависит от:

а) формы гильзы; очевидно, что гильзы, имеющие шляпку, требуют большего смещения, чем гильзы без шляпки;

б) формы заготовки, поступающей на штамповку.

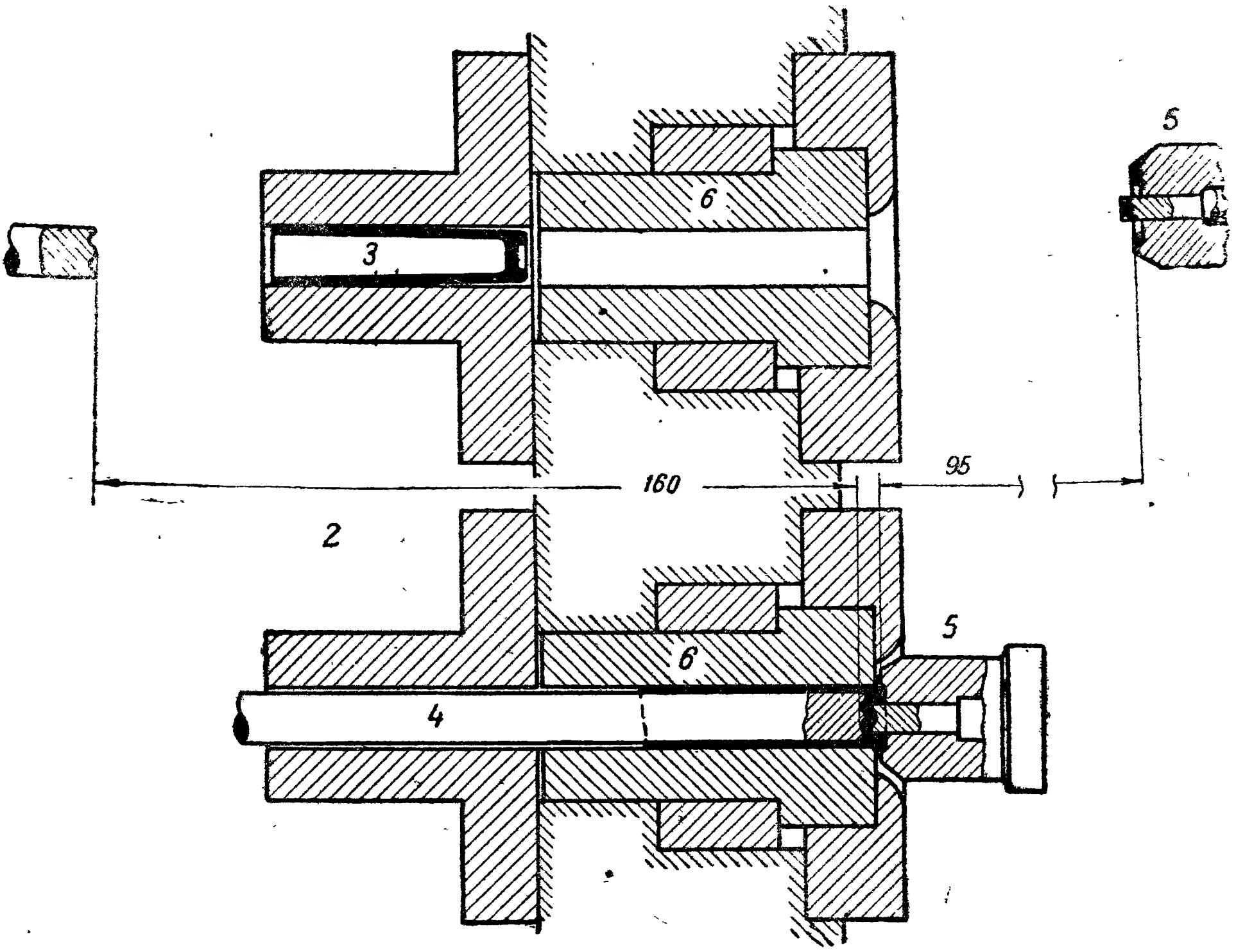
В процессе штамповки наряду с изменением формы изменяется пространственная решетка, что является результатом сдвигов между кристаллами. В более слабых кристаллитах, решетка которых имеет так называемые «места слабины», наблюдаются сдвиги, вызывающие общее искажение пространственной решетки с определенным ориентированием кристаллов в зоне скольжения.

С повышением степени деформации обломки более сильных кристаллитов концентрируются на поверхностях скольжения, препятствуя процессу пластической деформации. При пластической деформации получается определенное ориентирование зерен, т. е. дезориентированный конгломерат кристаллов после деформации приобретает ориентировку кристаллов, направление которых почти параллельно направлению течения металла.

Используя при деформации ориентирование кристаллов, можно значительно улучшить технологические свойства металла. В начале дефор-

мации происходит интенсивное повышение упрочнения металла, которое несколько снижается при ориентировании зерен. Чем больше упрочнение, тем больше сопротивление деформации или степень наклепа.

Ориентированный поликристаллический металл можно деформировать, вызывая меньшее упрочнение, чем на дезориентированном конгломерате. Вследствие этого пластические свойства металла сохраняются в течение более продолжительного времени, т. е. степень деформации



Фиг. 134. Схема установки при второй штамповке.

2—питатель; *3*—заготовка; *4*—пуансон; *5*—штамп; *6*—матрица.

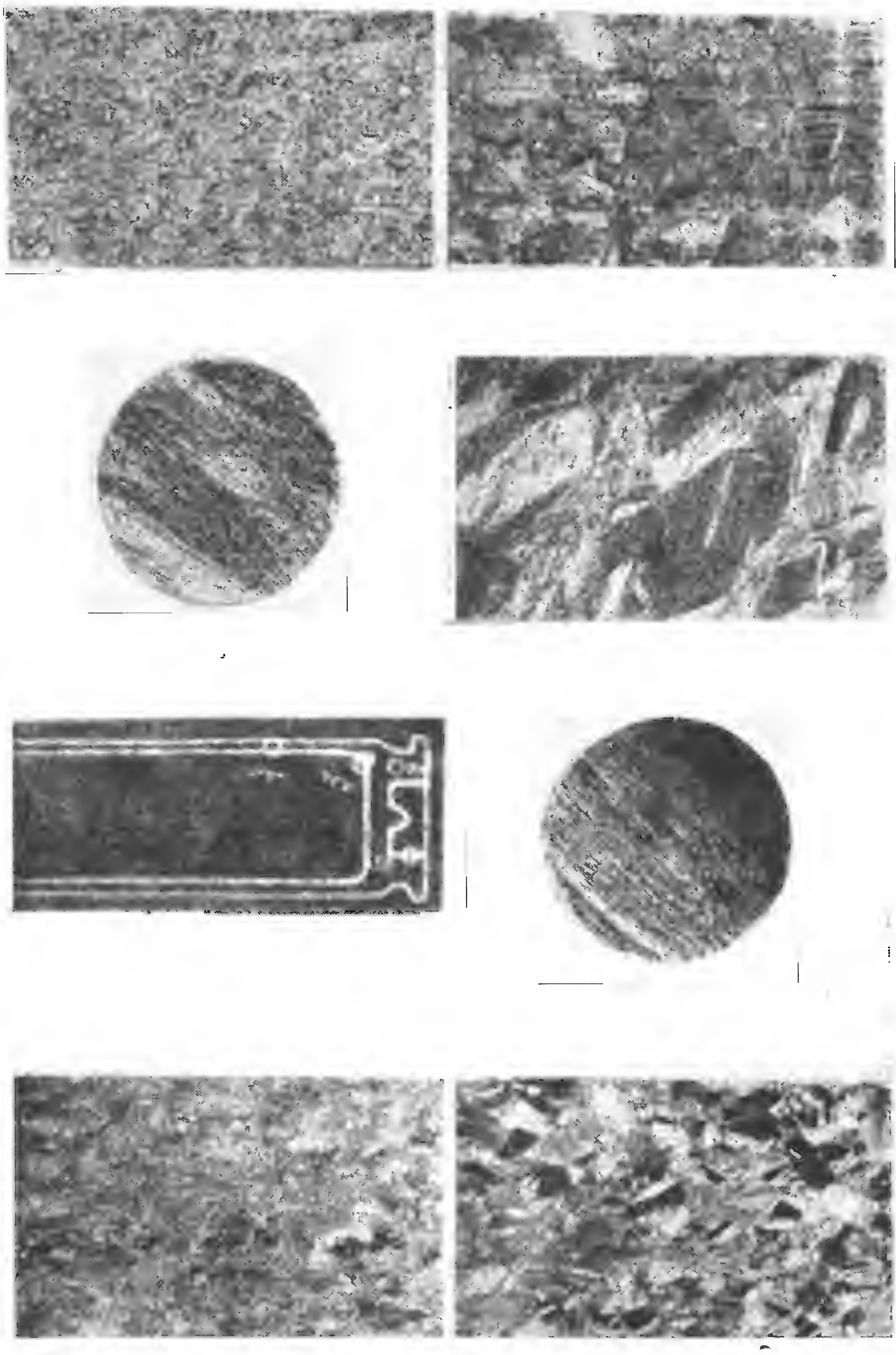
будет возрастать. Структурные изменения в процессе штамповки показаны на фиг. 135, где приведены микроструктуры донной части латунных заготовок, поступающие на штамповку, а затем изменение микроструктуры на отдельных участках дна гильзы, происшедшие в процессе первой и второй штамповки.

О характере истечения металла в процессе штамповки можно судить по ряду примеров, к рассмотрению которых мы и перейдем.

В процессе штамповки углубления взяты были две половинки заготовки диаметром 40 *мм*, высотой 55 *мм* из стали 15. На одной половинке нанесена координатная сетка с линиями через 2 *мм* (фиг. 136).

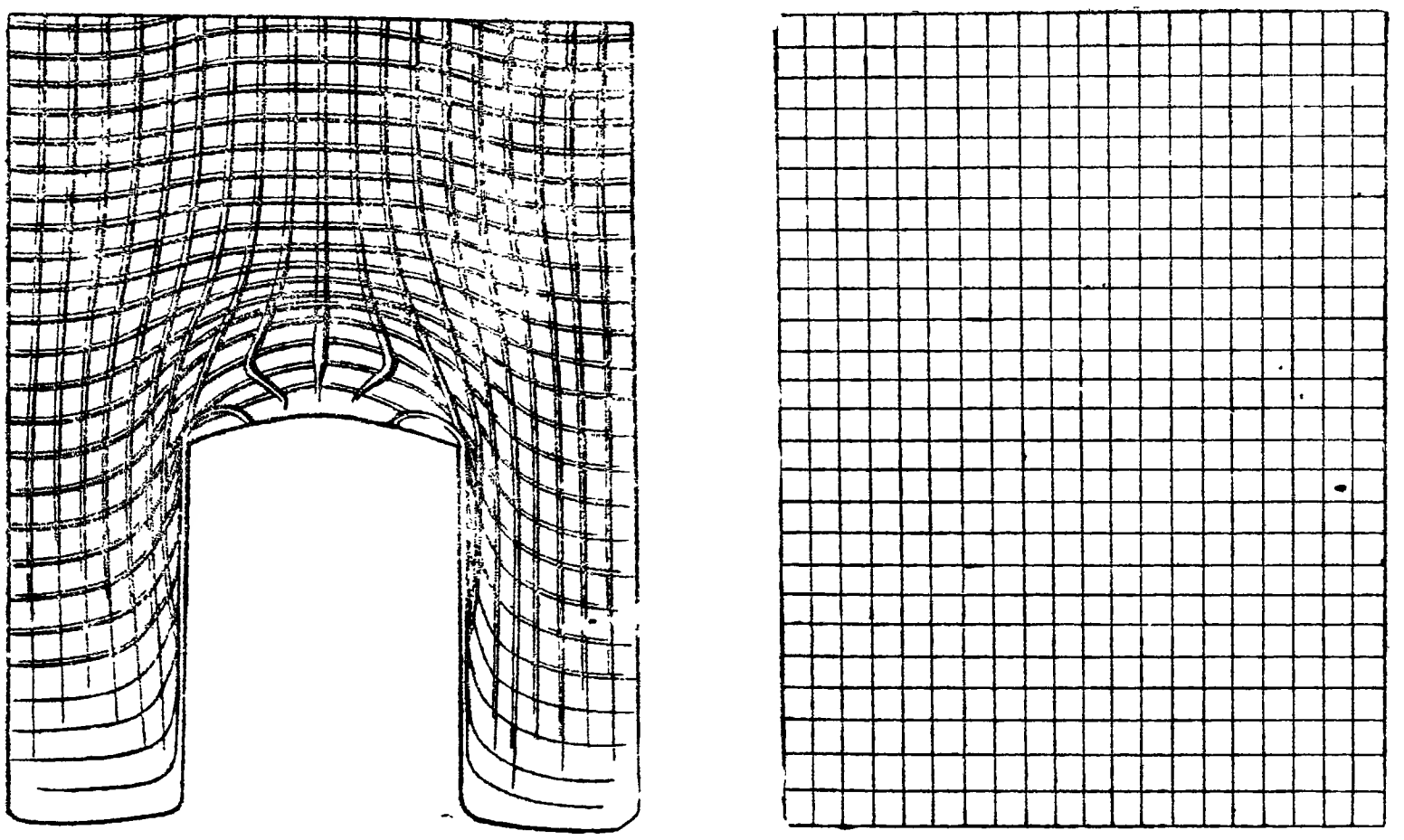
После штамповки углубления пуансоном с выпуклым основанием линии координатной сетки искривились (фиг. 136, *а*); металл, находящийся под основанием пуансона, сжался и получил наклеп. Диаметр заготовки увеличился на величину зазора между заготовкой и матрицей и, наконец, произошло истечение металла вверх, при этом высота заготовки увеличилась на 3 *мм*.

Из рассмотрения явлений, происходящих при штамповке гильз, следует, что в процессе штамповки увеличиваются диаметр и толщины донной части (фиг. 136).



Фиг. 135. Микроструктуры гильз после штамповки.

При штамповке, как уже указывалось, образуется также наковальня. В тех случаях, когда дно плоское, при первой штамповке задаются размерами наковальни, по высоте равными или большими чертежных, а по диаметру в основании — меньшими чертежных, т. е. при первой штамповке получают тощую, но высокую наковальню, а во время второй штамповки ее осаживают.



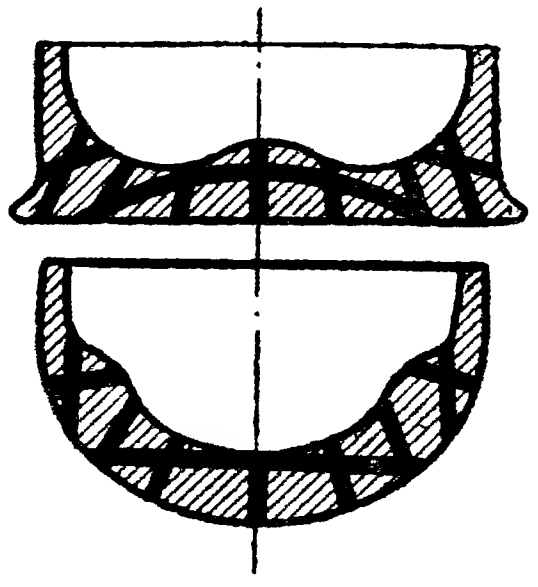
а

Фиг. 136. Координатная сетка:

а—изменение сетки после штамповки.

При фасонном дне наковальню при первой штамповке делают небольшой по высоте и окончательно формируют ее вследствие истечения материала при окончательной штамповке дна.

Несоблюдение этих условий приводит к резкому понижению стойкости сосков, образующих наковальню. В случае гильз с плоским дном стойкость уменьшается вследствие истечения уже деформированного металла, а в случае гильз с фасонным дном возможность истечения металла при формообразовании дна исключена, что вызывает повышенное давление на сосок и приводит к его раскалыванию.



Фиг. 137. Гильза с кусочком меди для определения направления течения материала.

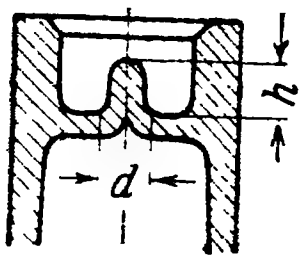
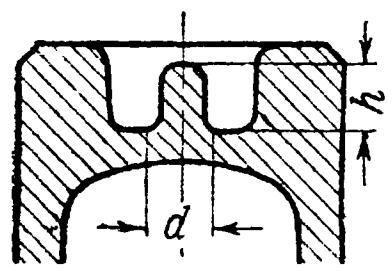
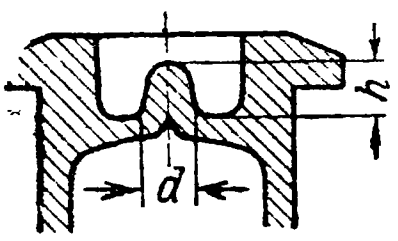
Наши выводы подтверждаются данными, полученными на основании опыта с большим количеством гильз, приведенными в табл. 68.

О характере течения металла при штамповке гильз со шляпкой, но без выдавливания капсюльного гнезда и наковальни, можно также судить по результатам опытов, проведенных на одном из арсеналов США применительно к орудийным гильзам.

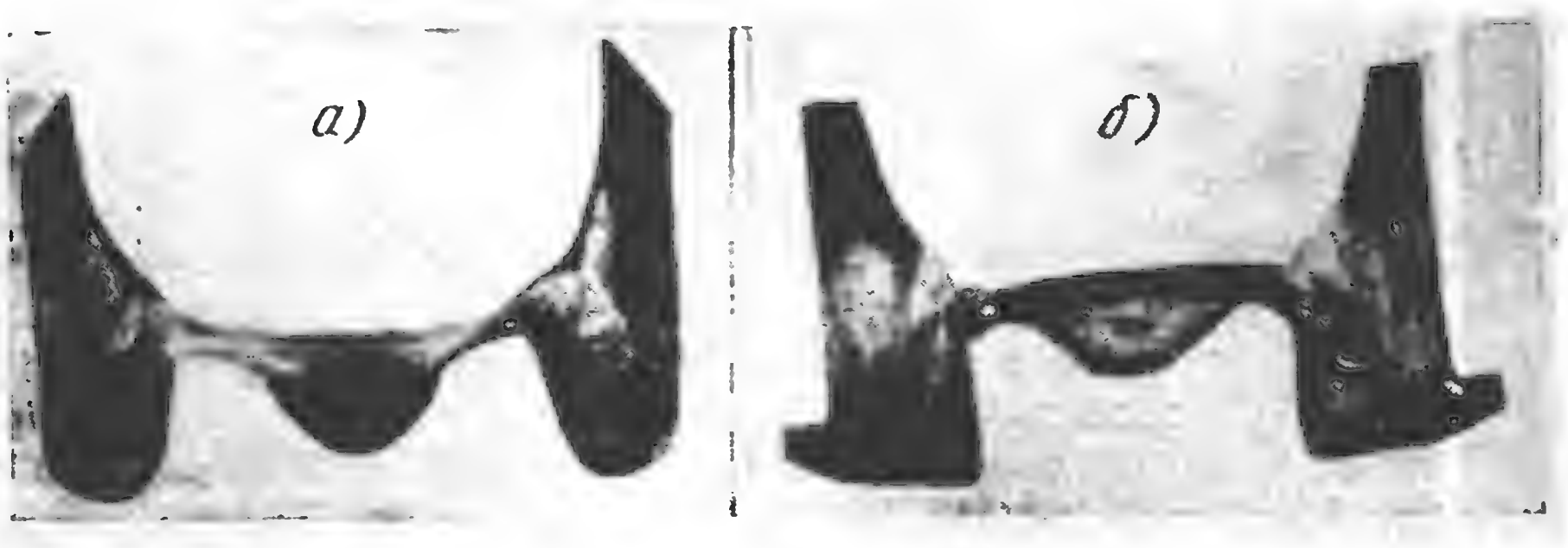
Для определения направления течения материала в донной части при штамповке в заготовке, поступающей на штамповку, были просверлены отверстия под разными углами и вставлены в них куски медной проволоки (фиг. 137). После штамповки вставленные куски проволоки показали направление течения материала. О характере течения материала при штамповке можно также судить по макроструктурам, приведенным на фиг. 138. На рисунках видно, что волокна материала, расположенные у наружной поверхности, строго соответствуют очертаниям шляпки (рассмат-

Таблица 68

Стойкость сосков в зависимости от распределения металла в процессе штамповки

Форма донной части	Тип гильзы	Размеры соска, *мм*				Расход сосков на 1 000 000 изделий	
		1-я штамповка		2-я штамповка			
		d	*h*	*d*	*h*	1-я штамповка	2-я штамповка
	Пистолетная гильза (латунная)	—	—	2,4	1,96	55	Разрушен. после первого удара
		2,4	1,1	2,4	1,96	85	1250
		2,2	1,5	2,4	1,96	110	755
		1,95	1,75	2,4	1,96	125	350
						130	
		1,95	2,13	2,4	1,96	155	190
	Гильза для крупнокалиберного авиацион. пулемета (латунная)	—	—	3,4	3,3	65	—
		3,4	1,5	3,4	3,3	75—80	1500
		3,4	2,9	3,4	3,3	85—90	600—620
		3,42	3,5	3,4	3,3	95—100	350—380
		3,42	3,8	3,4	3,3	100—110	250—280
	Гильза винтовочная стальная	—	—	3,46	1,7	70	500
		—	0,1	3,46	1,7	70	450
		—	0,2	3,46	1,7	75	400
		—	0,3	3,46	1,7	80	370
		—	0,5	3,46	1,7	85	180—200

ривается случай штамповки гильз со шляпкой) и в процессе штамповки не претерпевают поворотов больше 90°, в то время как волокна, расположенные на внутренней поверхности, имеют повороты больше чем на 90°.

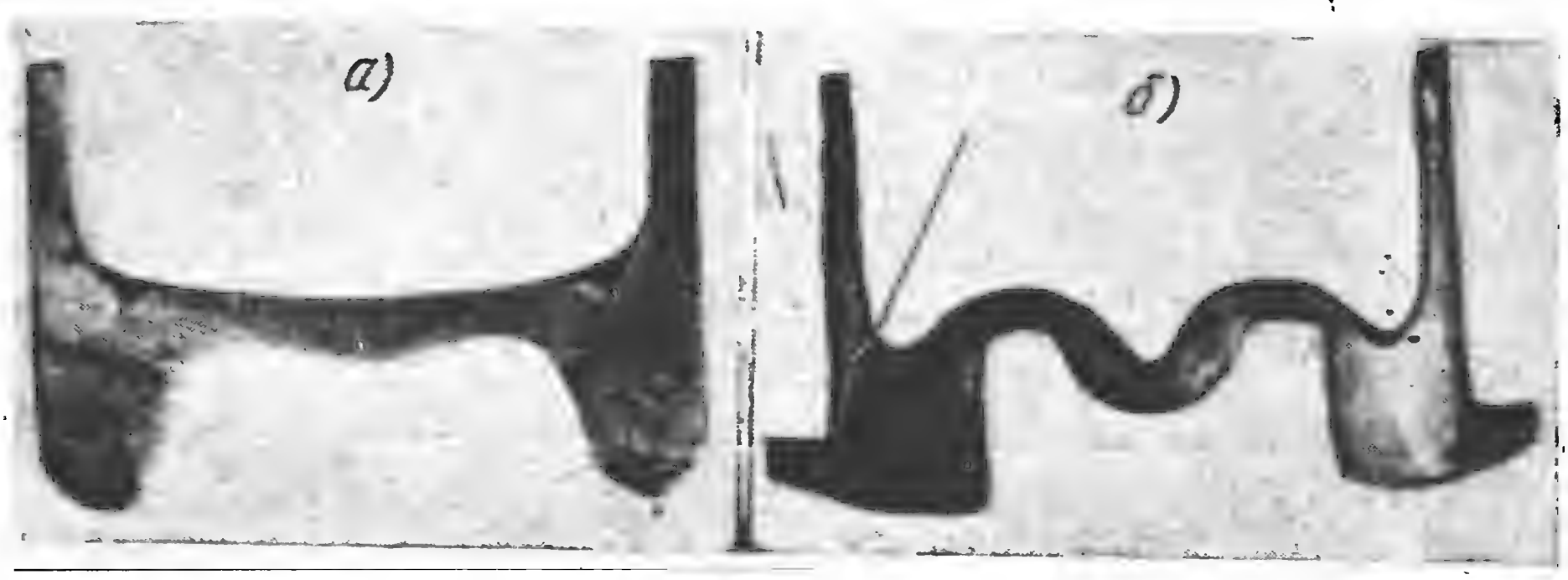


Фиг. 138. Течение материала при штамповках винтовочных гильз.

а—при первой штамповке; *б*—при второй штамповке.

Такое деформирование металла в холодном состоянии волокна металла создает местный повышенный наклеп, а следовательно, и значительные напряжения, которые, совпадая с развивающимся в момент выстрела давлением пороховых газов, могут вызвать разрушение гильзы.

Обычно разрушение гильзы (трещина под шляпкой) начинается от вершины угла (складки) в направлении биссектрисы острого угла и кончается у места сопряжения шляпки с корпусом (фиг. 139). Из рассмотрения макроструктур следует, что причиной разрушения гильзы в донной части является складка. Опыты показали, что при существующих методах штамповки полностью избавиться от складки нельзя; в латунных гильзах складка как бы исчезает вследствие затекания, но

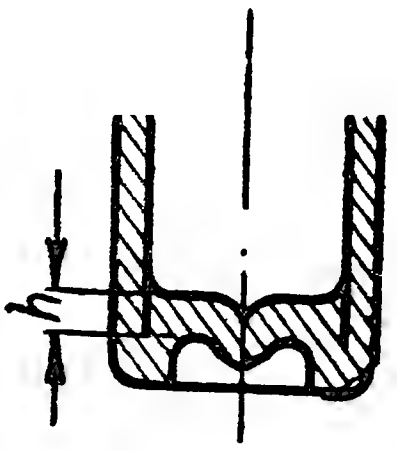


Фиг. 139. Образование складки:
а—при первой штамповке; *б*—при второй штамповке.

очень ярко выражена в железных и биметаллических гильзах. Опытами установлено также влияние складки на прочность гильзы. В гильзах со шляпкой складка является причиной трещин под шляпкой, а в бесшляпных гильзах она может вызвать явление «провала наковальни», т. е. разрушение дна капсюльного гнезда.

Таким образом для того, чтобы уменьшить разрушение гильзы, нужно изменить характер залегания складки, а тем — самый характер течения материала и величину складки.

Установлено, что разрушение гильзы может быть устранено, если складка будет итти параллельно оси гильзы и глубина ее будет минимальной. Глубина складки для каждого типа гильз должна быть установлена опытным путем. Так, например, автору удалось установить, что складка, если ее направление параллельно оси гильзы, при изготовлении пистолетных латунных гильз калибра 7,62 *мм* при величине *h* до 0,5 *мм* (фиг. 140) на прочность гильзы влияния не оказывает; при величине складки *h* от 0,5 до 0,8 *мм* могут быть единичные случаи «провала наковальни» при выстреле и пробития перегородки в процессе штамповки и, наконец, при глубине этой складки *h* больше 0,8 *мм* эти явления учащаются и принимают массовый характер. То же наблюдается и в случае штамповки шляпных гильз. При параллельно расположенной оси гильзы складке и малой глубине ее гильза получается хорошего качества. При угле α (фиг. 141) в пределах от 0 до 15° и малой глубине складки гильза получается также хорошего качества; при углах, близких к 35—40°, неизбежны трещины под шляпкой и иногда отрыв шляпки при выстреле. Безусловно, глубина складки и в этом случае оказывает сильное влияние на прочность.

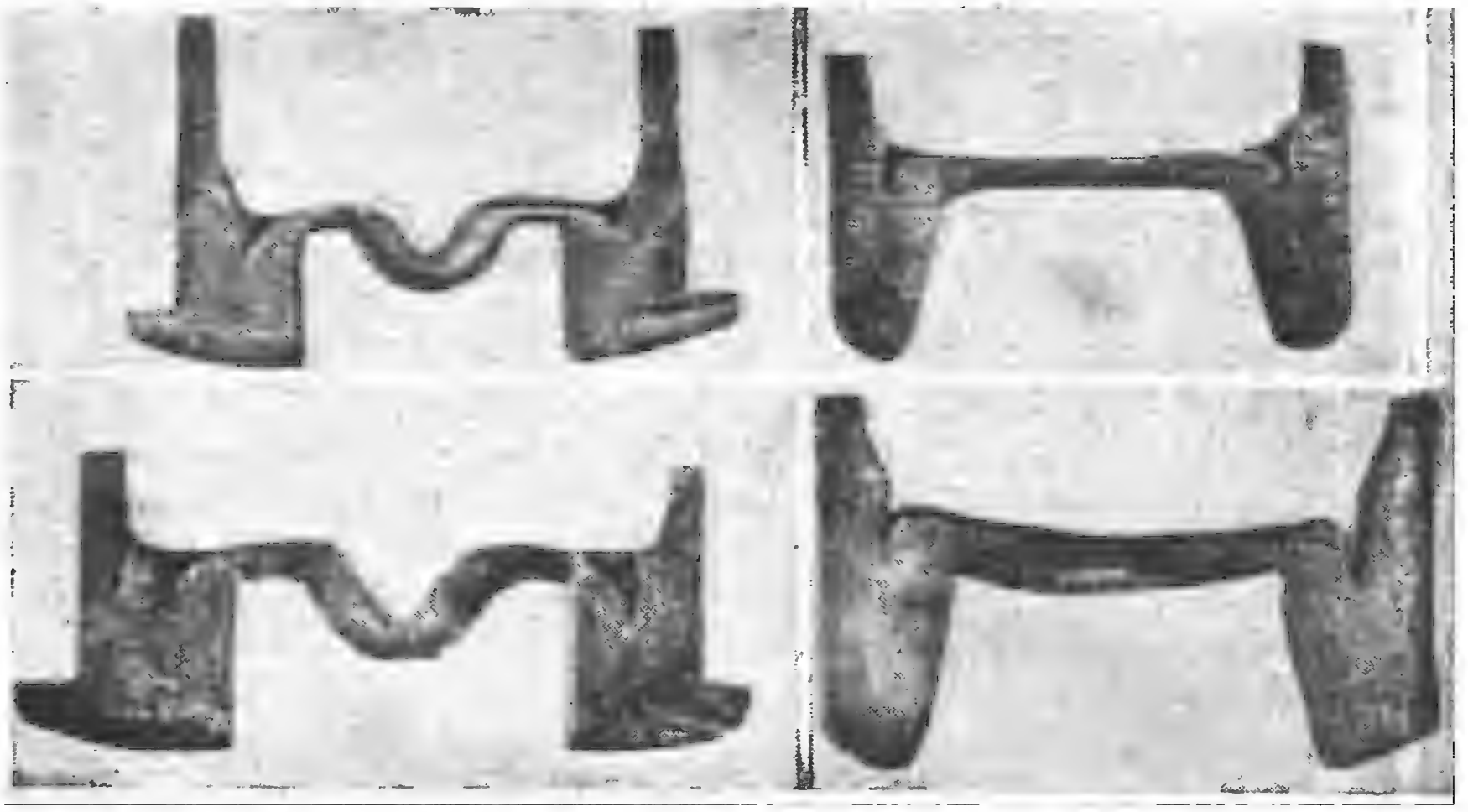


Фиг. 140. Складка у пистолетных гильз.

Выше, в § 1, были указаны причины появления складок при штамповке гильз. Величина и направление складки зависят от:

1) сочетания радиуса при вытяжке и штамповке — чем больше радиусы закругления, тем больше складка вследствие образования уступа, получаемого в результате наплыва металла;

2) сочетания диаметров в нижней части вытяжных и штамповочных пуансонов; больший диаметр штамповки, соответствующего диаметра вытяжки обусловливает неправильное направление складки;



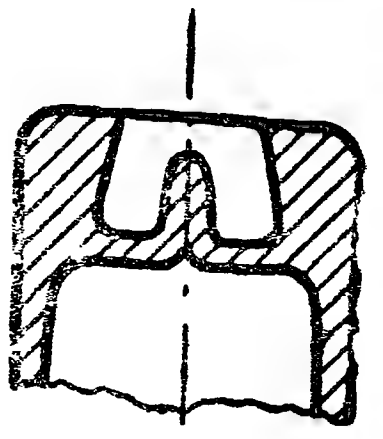
Фиг. 141. Складка у винтовочных гильз.

3) чем больше выпуклость дна (сфера) после вытяжки, тем больше складка и менее удовлетворительно ее направление.

Очевидно поэтому на иностранных заводах вводят при изготовлении гильз операцию подштамповки, т. е. уничтожения сферичности дна.

В связи с одновременной работой нескольких инструментов при штамповке существенное значение имеет согласованность их в работе.

Если допустить, что плоскость штампа коснется поверхности заготовки раньше, чем сосок полностью войдет в капсюльное гнездо, последнее будет иметь не цилиндрическую форму, а форму усеченного конуса (фиг. 142), что вызовет при выстреле прорыв газов по окружности капсюльного гнезда, а иногда и выпадение капсюлей. Обнаружить обратный конус можно разрезкой гильзы или по числу спрессованных гильз, если пресс систематически дает спрессовывание, в то время как на других прессах это явление отсутствует.



Фиг. 142. Коническое капсюльное гнездо.

Как указывалось выше, штамповку применяют для придания гильзе той или иной формы. Кроме этого, штамповкой сообщаются гильзе механические свойства, обеспечивающие нормальные эксплоатационные качества ее; в процессе штамповки необходимо произвести деформацию, достаточную для обеспечения служебных качеств гильзы, а вместе с тем не допустить повышения ее, потому что излишняя деформация приводит к появлению трещин и надрывов в местах резкого изменения формы заготовки (в углах).

Как показывают опытные данные, качество штамповки во многом зависит от механических свойств заготовки (табл. 69).

Разнородная твердость дна, получаемая на вытяжках, зависит от твердости полосы заготовки и принятых режимов отжига.

Таблица 69

Влияние твердости дна донной части заготовки на спрессовывание гильз

Материал гильзы	Твердость вытяжки	Твердость после первой штамповки	Твердость после второй штамповки	Характер процесса
	H_W			
Сталь	125—130	170—180	230—250	Нормальная прессовка
»	115—110	150—155	180—185	Отдельные случаи спрессовывания
»	90—95	130—140	155—160	Массовое спрессовывание
Латунь	100—110	150—160	175—200	Нормальная
»	70—80	125—115	140—145	Отдельные случаи спрессовывания

Ознакомившись с технологией, можно перейти к расчету усилий, затрачиваемых на штамповку. К сожалению, этот процесс еще подробно не изучен и формул, имеющих теоретическое обоснование, нет. В практике пользуются рядом опытных формул, которые мы и приводим.

Величина усилия для штамповки зависит от: а) металла заготовки, б) размеров и формы изделия, в) скорости приложения давления.

Чем меньше процент поперечного сжатия, характеризующий текучесть металла, чем больше глубина и диаметр капсюльного гнезда, тем больше усилие штамповки.

Чем выше скорость движения инструмента или чем выше сила удара, тем меньше усилие штамповки.

На ряде заводов для подбора пресса штамповки пользуются такой зависимостью:

$$P = K \cdot F,$$

где P — усилие в тоннах;

F — активная площадь штампуемого изделия, $см^2$;

K — коэфициент, равный:

для окончательной штамповки латуни 11—12,

для окончательной штамповки стали 13—15,

для предварительной штамповки K имеет значения:

для латуни 8—10,

для стали 10—13.

Усилие на предварительной штамповке можно определять по формуле:

$$P = \frac{\pi}{4} D^2 \sigma,$$

где $\frac{\pi}{4} D^2$ — площадь штампуемого металла дна;

σ — напряжение на 1 $мм^2$, являющееся функцией относительного сжатия дна и определяемое в зависимости от величины предела упругости дна гильзы.

Можно также пользоваться формулой Шнейдера, обычно применяемой при горячей штамповке, но она наиболее применима для процесса холодной штамповки:

$$P = KF\sigma,$$

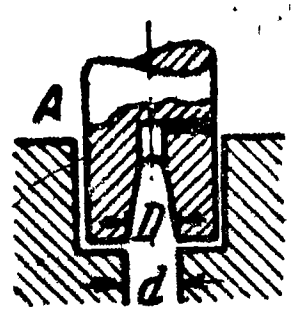
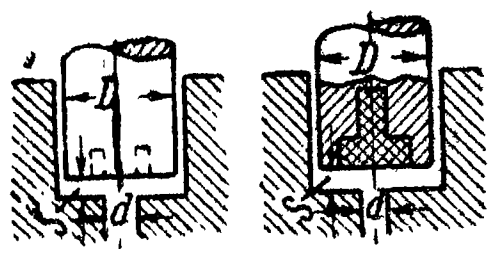
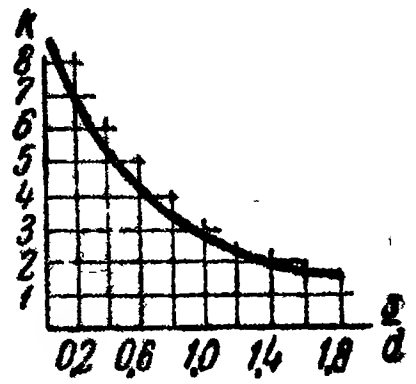
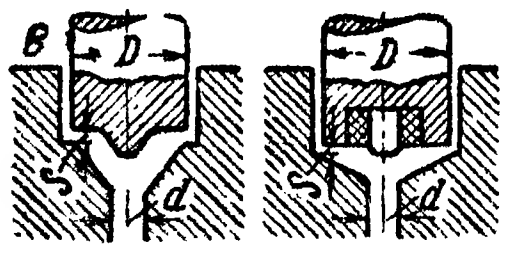
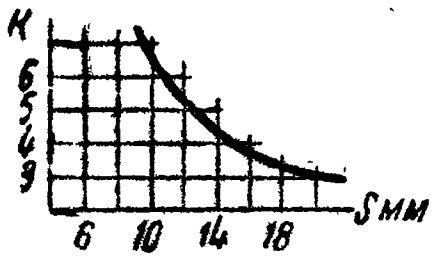
где K — коэфициент, зависящий от формы изделия и определяемый по табл. 70;

σ — временное сопротивление деформируемого металла;

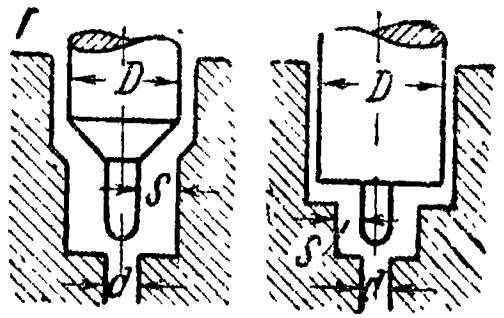
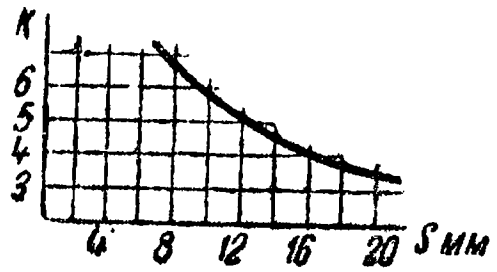
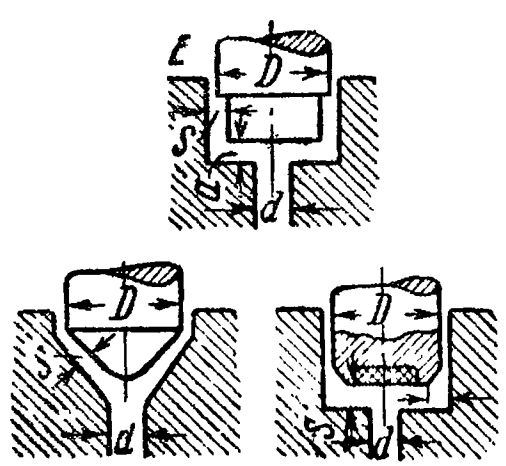
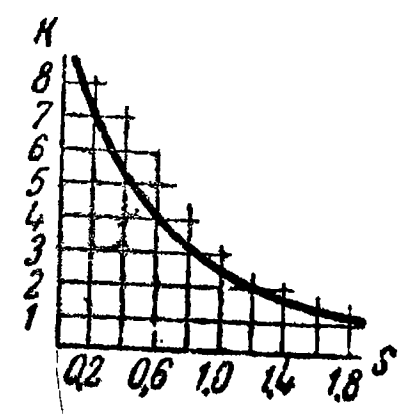
F — проекция деформируемой поверхности на плоскость, перпендикулярную направлению движения пуансона.

Таблица 70

Формулы Шнейдера для подсчета усилий штамповки

Эскизы	Характеристика штамповки	Значение K	Формула и обозначения
	Высадка в конусной полости, расположенной в пуансоне		$P = \frac{\pi D^2}{4}\sigma$ D — диаметр основания, *мм*
	Высадка фланца плоским пуансоном		$P = \frac{\pi D^2}{4}K\sigma$ D — диаметр фланца, *мм*; K — зависит от отношения $\frac{s}{d}$; s — толщина фланца; d — диаметр прутка
	Высадка с одновременным вдавливанием штампа, имеющего диаметр, равный диаметру прутка		$P = \frac{\pi D^2}{4}K\sigma$ K — зависит от толщин фланца s

Продолжение

Эскизы	Характеристика штамповки	Значение K	Формула и обозначения
	Прошивка, сопровождаемая раздачей материала пуансоном в стороны. Фланец предварительно подготовлен		$P = \frac{\pi D^2}{4} K\sigma$ D — диаметр высадки; K — коэфициент, зависящий от толщины стенки s
	Высадка стаканов или чашек		$P = \frac{\pi D^2}{4} K\sigma$ D — диаметр высадки; K — коэфициент, зависящий от отношения $\frac{s}{d}$

Очевидно, что формулы Шнейдера не дают прямого решения, но в ряде случаев ими можно пользоваться для приближенных вычислений; кроме того, они могут быть взяты за основу при определении значений коэфициента K применительно к изделиям патронной промышленности.

§ 3. Инструмент для штамповки и его крепление

Номенклатура инструмента для штамповки, его форма и способы крепления зависят от конфигурации изделия, наличного парка оборудования и производимых в процессе данной операции изменений.

Для предварительной и окончательной штамповки гильз пользуются пуансоном, матрицей, штампом с соском и устройством для крепления инструмента. При штамповке трубчатых сердечников с целью получения только плоского дна сосок не применяют.

А. Матрицы для штамповки

Основные типы матриц для штамповки показаны на фиг. 143. В зависимости от формы обрабатываемых изделий их можно разбить на три группы.

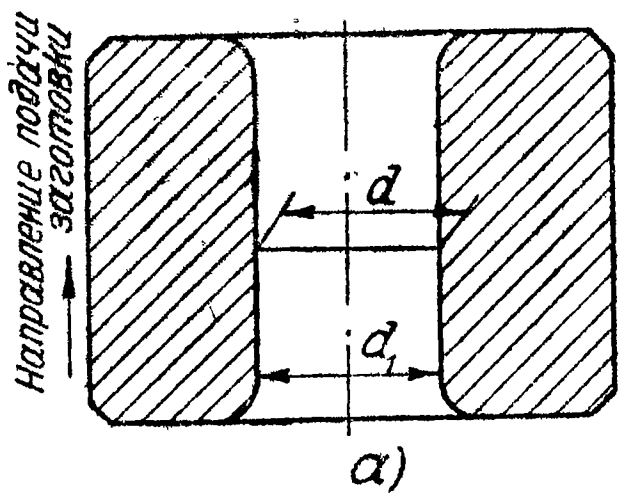
Матрицы первой группы предназначаются для штамповки цилиндрических изделий; в процессе работы они центрируют заготовки относительно пуансона и штампа, сохраняют формы заготовки по образующей и удерживают отштампованное изделие. Матрицы второй группы предназначаются для штамповки изделий, имеющих головку, окончательный размер которой по диаметру устанавливается на последующих операциях. Эти матрицы, кроме внутренней рабочей поверхности, имеют еще торцевую рабочую поверхность. Матрицы третьей группы предназначаются для штамповки изделий, имеющих головку, окончательный размер которой устанавливается в процессе штамповки. Эти матрицы имеют ступенчатую рабочую поверхность.

Каждая из указанных групп матриц по конструктивным признакам может быть разбита еще на ряд типов, которые мы и рассмотрим.

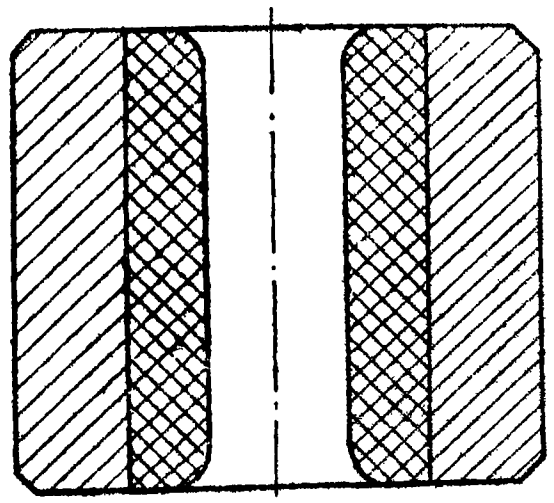
К первому типу (фиг. 143, *а*) относится цельная матрица, изготовленная из стали У12А. Рабочая часть матрицы состоит из цилиндра и конуса, сопрягаемых с торцевыми поверхностями по радиусу. Наличие конуса на некоторой части матрицы облегчает ввод заготовки, подаваемой пуансоном из механизма питания станка. Форма наружной поверхности матрицы зависит от конструкции устройства для крепления и может быть выполнена как цилиндрической, так и ступенчатой.

Для повышения срока службы рабочую поверхность матрицы хромируют. Толщина слоя хрома 0,02—0,03 *мм*. Однако хром недостаточно предохраняет от износа: отслаивание его в процессе эксплоатации зызывает брак — царапины, которые приводят к разрушению гильзы при выстреле. В последнее время матрицы этого типа изготовляют с вкладышами из металлокерамических твердых сплавов, выполняя их по типу, показанному на фиг. 143, *б*. Применение твердых сплавов для вкладыша повышает стойкость матриц в 6—7 раз.

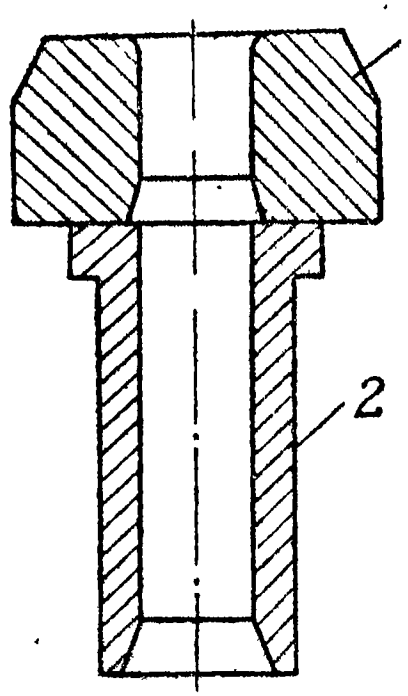
Приведенные данные относились к изделиям из латуни. Матрицы для изделий, изготовляемых из биметалла и стали, имеют еще большую стойкость. Матрицы первого типа (фиг. 143,*а*) широко применяются в производстве для изделий с диаметром до 15 *мм*. Для изделий с диаметром более 15 *мм* и длиной более 75 *мм* во избежание излишней громоздкости, а следовательно, и излишнего расхода материала матрицу делают составной (фиг. 143,*в*) из двух частей: собственно матрицы *1* (из стали У12А) и направляющей втулки (хвостовика) *2* (из стали У10). Рабочая часть матрицы состоит из трех частей: приемного



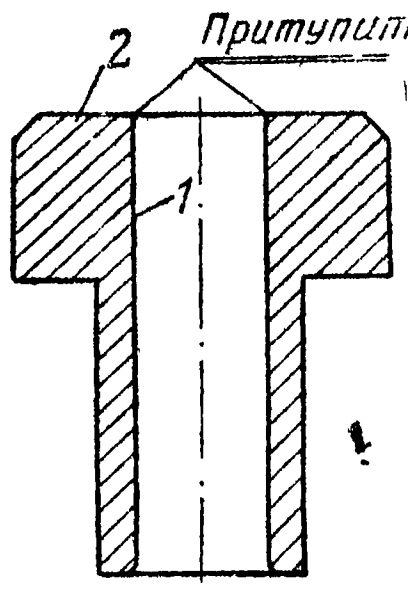
а)



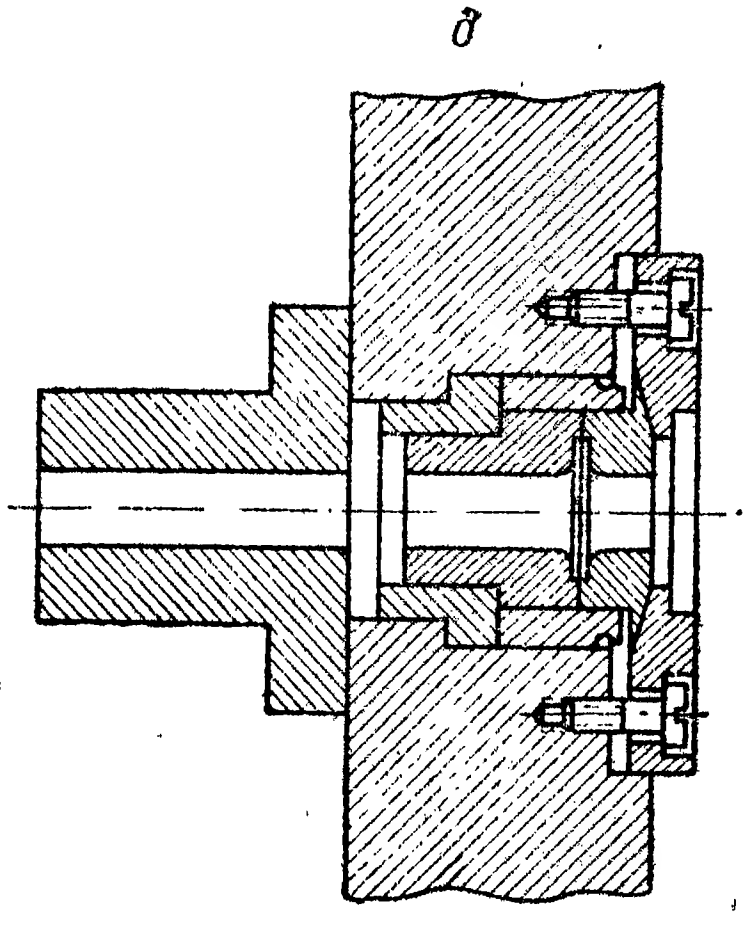
б)



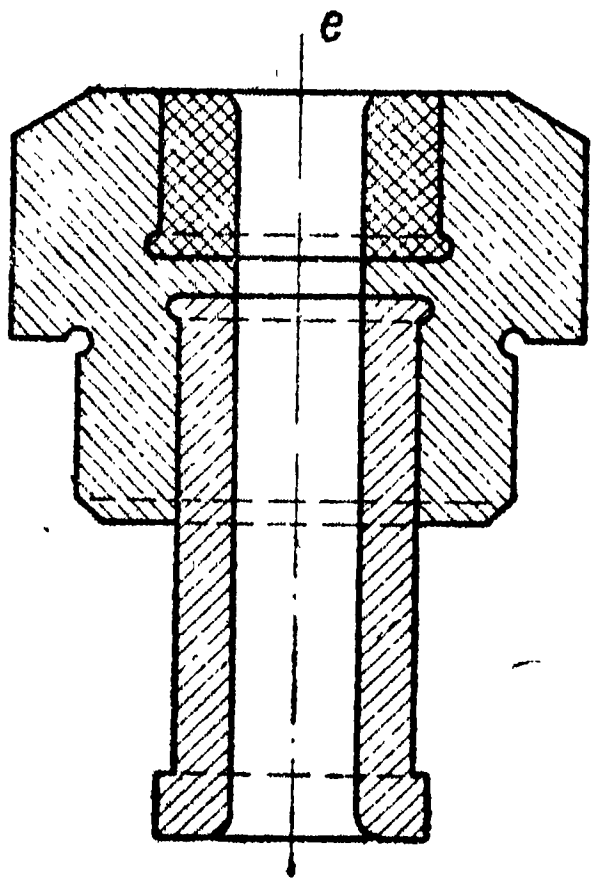
в)



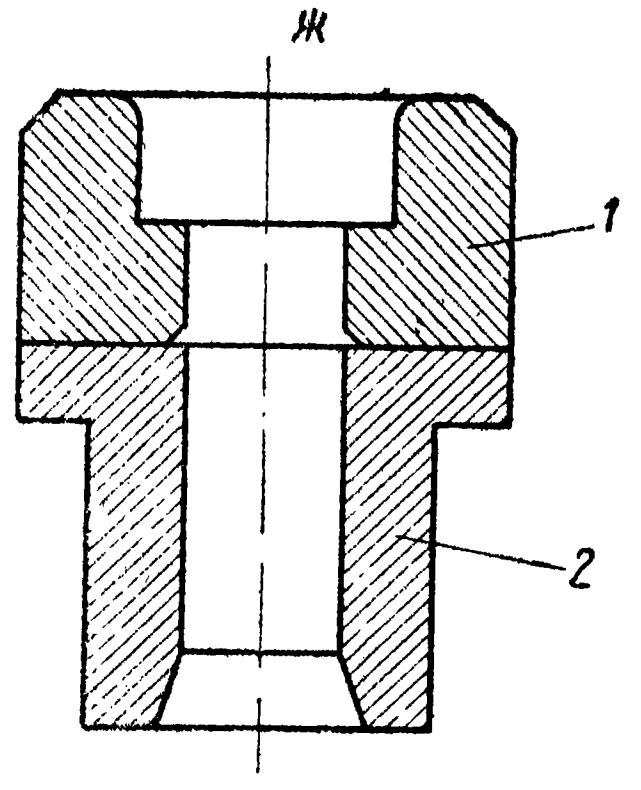
г)



д)



е)



Фиг. 143. Штамповочные матрицы:

а—цельная матрица; *б*—с победитовым вкладышем; *в*—составная матрица; *г*—цельная матрица; *д*—составная матрица; *е*—матрица с вкладышем из твердого сплава; *ж*—составная матрица для гильз с уступом.

конуса, цилиндра и радиуса; рабочая часть направляющей втулки цилиндрическая. В процессе штамповки матрица испытывает значительные тангенциальные напряжения растяжения, поэтому она по наружным размерам больше втулки, которая направляет заготовку, поступающую из механизма питания в матрицу. Этот тип матриц изготовляется из углеродистой стали с последующим хромированием рабочей поверхности. Мы рекомендуем для повышения стойкости вместо хромирования наплавку сормайтом.

Вторая группа матриц представлена тремя типами. На фиг. 143, *г* показана цельная матрица из углеродистой стали марки У12А. Рабочие поверхности матрицы — отверстие *1* и торец *2*. Отверстие служит для направления заготовки, восприятия тангенциальных напряжений в процессе штамповки, участвует в оформлении окончательных размеров по корпусу под шляпкой и удерживает отштампованное изделие, т. е. исключает возможность «взятия на сосок». Торцевая поверхность является своеобразной наковальней, на поверхности которой вследствие удара штампа образуется головка (шляпка или фланец) у гильз.

Отверстие в матрице состоит из цилиндра и конуса. Сопряжение внутренней и торцевой поверхностей образует угол, который в целях предохранения от выкрашивания иногда слегка притупляют, т. е. делают по радиусу, величина которого не превышает 0,05 *мм*. Наружная поверхность матрицы представляет ступенчатый цилиндр. Такая форма обусловлена различной работой матрицы по своей длине, а главное — необходимостью создать уступ, воспринимающий осевую нагрузку от удара в процессе штамповки головки, и получить увеличенный диаметр на участке, воспринимающем тангенциальные напряжения растяжения.

Отдельные участки матрицы изнашиваются неравномерно; хвостовая часть, являясь только направляющей, имеет большую стойкость, в то время как головная часть, подвергаемая значительным нагрузкам, быстро теряет форму и размеры, а еще чаще выкрашивается; поэтому появилась необходимость в создании составной матрицы, которую обычно изготовляют из углеродистой стали марки У12А по типу фиг. 143, *д* или с применением вкладыша из твердого сплава (фиг. 143, *е*).

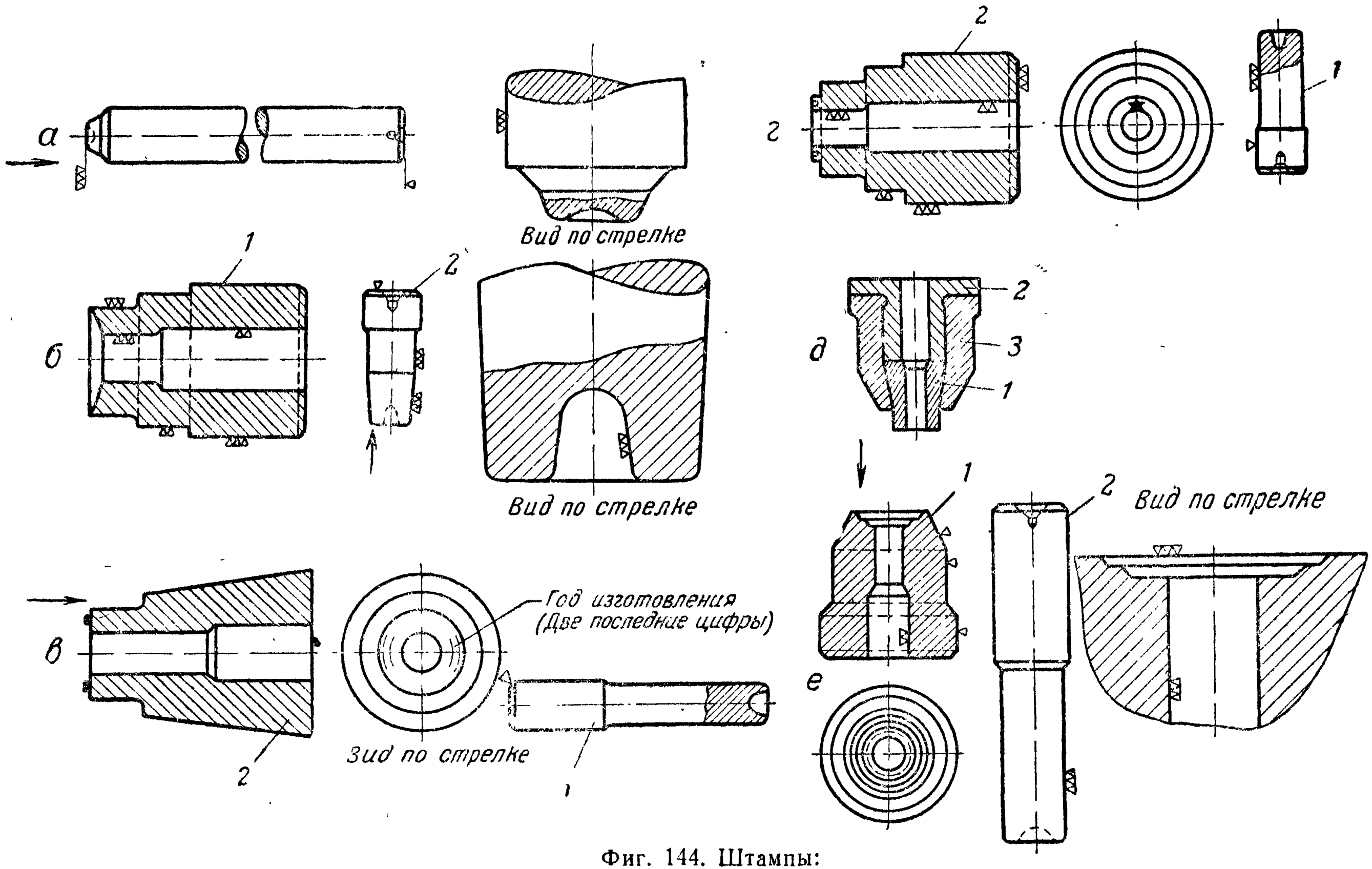
При подборе марки твердого сплава для вкладыша необходимо учитывать, что вкладыш работает на удар, поэтому материал вкладыша, помимо твердости, должен обладать и вязкостью. Этим условиям, как показала практика, лучше всего удовлетворяют твердые сплавы марок РЭ8 и РЭ15.

При изготовлении матриц с вкладышами из твердых сплавов необходимо обеспечить правильную посадку и проследить, чтобы не было зазора между торцом вкладыша и корпусом и деформации корпуса. Несоблюдение этих условий влечет за собой разрушение вкладыша.

Третья группа матриц показана на фиг. 143, *ж*. Внутренняя поверхность матрицы *1* ступенчатая, что вызвано не только образованием головки на изделии, но и сохранением ее чертежных диаметральных размеров. В остальных деталях конструкция матрицы аналогична рассмотренным ранее.

Б. Штампы

Штампы, применяемые при изготовлении металлических элементов патрона (гильз), можно разбить на две группы. К первой группе относятся штампы для предварительной штамповки донной части гильзы (фиг. 144,*а*) и капсюльного гнезда; ко второй группе относятся штампы для окончательной штамповки.



Фиг. 144. Штампы:

а—для предварительной штамповки цельный; *б*—составной штамп; *в*—для окончательной штамповки; *г*—для окончательной штамповки; *д*—составной штамп; *е*—для изделий со шляпкой.

Штампы первой группы, показанные на фиг. 144,*а*, применяются для гильз калибром до 10 *мм*, а на фиг. 144,*б* — для гильз калибром более 10 *мм*.

Форма рабочей части штампа предусматривает предварительное образование наковальни, подготовку капсюльного гнезда и образование фаски на капсюльном гнезде, облегчающей вставку капсюля. Штамп типа, показанного на фиг. 144,*б*, состоит из двух элементов — штампа *1* и соска *2*. Можно было бы их изготовить и из одного куска, но так как сосок вследствие малых размеров и большого давления, получающегося в процессе работы, быстро изнашивается, а еще чаще раскалывается, целесообразнее принять предложенный вариант, тем более, что в этом случае упрощается и изготовление, а в особенности — термообработка штампа.

Вторая группа штампов применяется для окончательной штамповки донной части гильзы. Как правило, эти штампы состоят из двух деталей: соска *1*, оформляющего капсюльное гнездо и наковальню, и собственно штампа *2*, оформляющего основание (шляпку) гильзы. В процессе штамповки гильзы маркируют, поэтому на рабочей поверхности штампа предусматриваются необходимые маркировочные знаки (номер завода и год выпуска гильзы).

В зависимости от принятого способа маркировки эти знаки могут быть выступающими или углубленными. Чтобы маркировочные знаки не изменяли поверхности торца гильзы, их располагают на кольцевом уступе. Форма наружной поверхности штампа зависит от способа крепления и размеров штампа. Для гильз диаметром до 12 *мм* штамп выполняется по типу, показанному на фиг. 144, *в*, а свыше 12 *мм* — по типу, показанному на фиг. 144, *г*. Учитывая, что изнашивается только торцевая часть штампа, в целях экономии материала штампы для гильз мелких размеров иногда изготовляют по типу, показанному на фиг. 144, *д*. Штамп такого типа состоит из собственно штампа *1*, вкладыша *2* и корпуса *3*.

Штамп, показанный на фиг. 144,*е*, применяется для штамповки гильз со шляпкой, имеющей фаску. Наиболее изнашиваемой частью штампов являются соски, что подтверждает необходимость изготовления составного штампа с простой конструкцией крепления, при которой процесс замены соска отнимал бы минимальное время. Во всех рассмотренных конструкциях штампов эта задача решена одинаково. В штампе сделано ступенчатое отверстие, куда и вставляется сосок. От осевого сдвига во время рабочего хода штамп предохраняет шашка, в которую опирается торец соска, а от выдергивания при холостом ходе пресса — уступ по образующей соска.

Штампы изготовляют из углеродистой инструментальной стали марки У12А или ШХ15 и после термообработки имеют твердость $R_C = 61—63$.

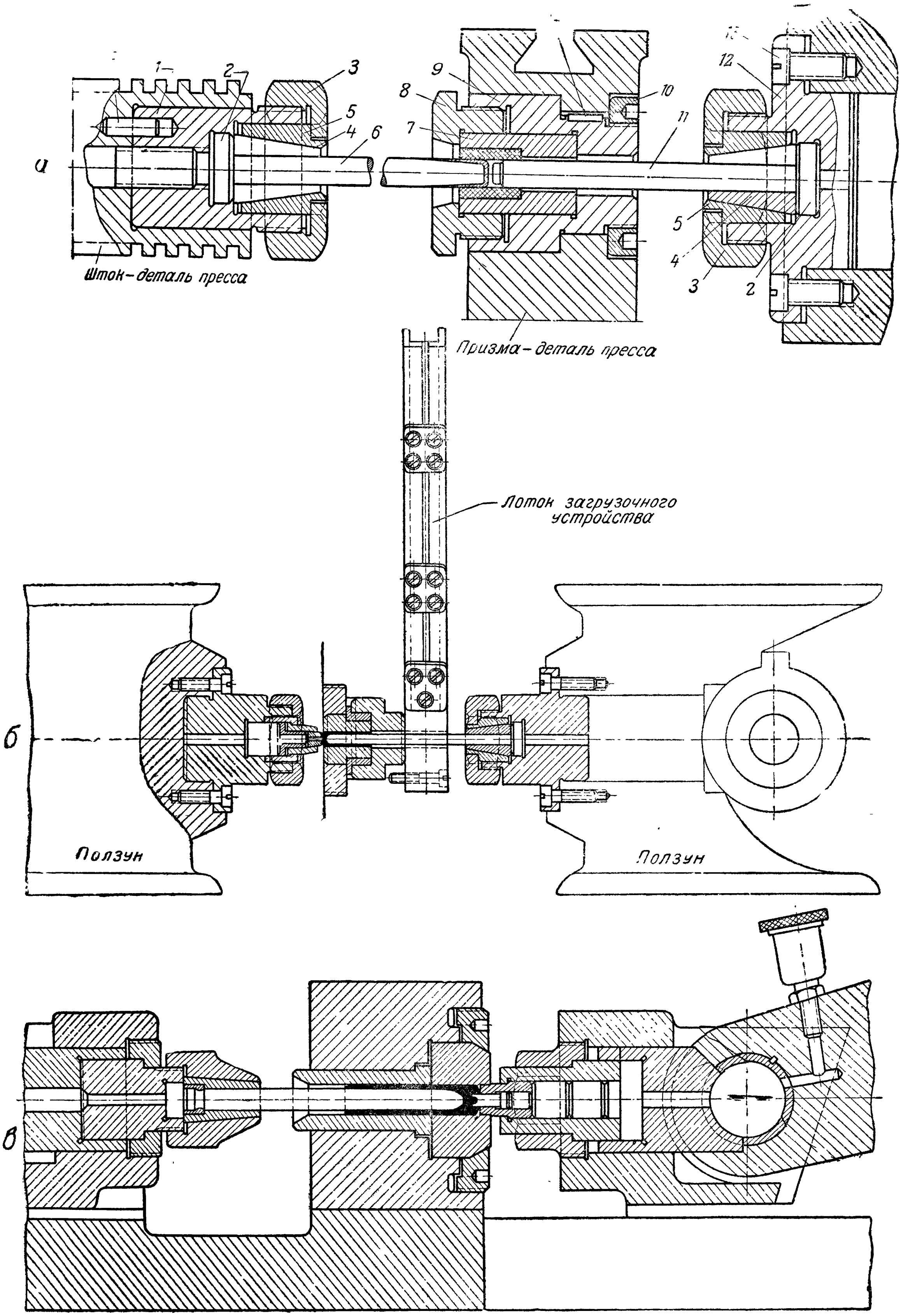
Для сосков лучше всего применять углеродистую сталь марки У10А с твердостью после термообработки $R_C = 61—63$.

В. Пуансоны штамповки

Пуансоны представляют собой стержень, состоящий из трех частей: рабочей, шейки и головки для крепления.

Выполнение рабочей части пуансона штамповки зависит от его назначения. Если пуансон применяется для окончательной штамповки, то его форма и размеры соответствуют внутренней поверхности изделия.

На фиг. 145 показаны формы рабочей части пуансонов и соответствующие им изделия. В тех случаях, когда пуансон предназначен для предварительной штамповки, форма его подбирается соответственно размерам заготовки с учетом условий, обеспечивающих накопление ма-



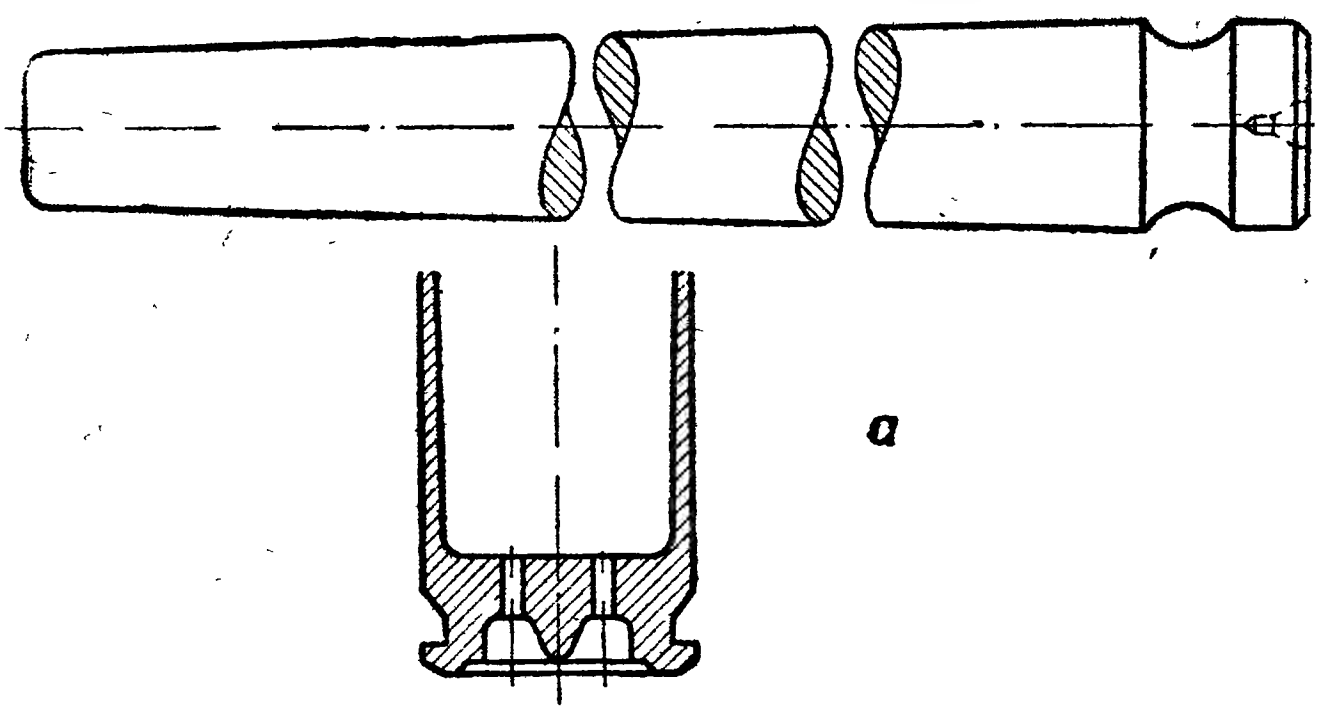
Фиг. 146. Крепление инструмента для штамповки:

а—для предварительной штамповки; *б*—для окончательной штамповки; *в*—для штамповки гильз крупного калибра.

А. Н. Малов

териала и формообразование дна. Материалом для пуансонов штамповки служит углеродистая сталь марки У12А или ШХ15. Твердость после термообработки рабочей части $R_C = 62—64$.

Крепление инструмента для штамповки зависит от наличного парка оборудования и числа одновременно работающих инструментов. На фиг. 146 показаны наиболее типичные способы крепления. Первый тип (фиг. 146, *а*) применяется для предварительной штамповки гильз калибра до 10 *мм*, штамповки дна у трубчатых сердечников и подобных им изделий. В этом случае штамп *11* и пуансон *6* вставляют в каленые



Фиг. 145. Пуансоны:

***а*—для плоскодонных гильз; *б*—для гильз с профильным дном.**

разрезные гильзы *4*, установленные во втулках *5*, которые удерживаются гайками *3*, навинчиваемыми на колодки *1* и *12* правого и левого ползунов пресса *13* и *15*. Конец пуансона *6* и штампа *11* упирается в шашки *2*, что предохраняет колодки от изнашивания. Матрица *7* вставляется во втулку *9* и удерживается кольцами *8* и *10*. Шпонка *14* не допускает поворота втулки *9*.

Второй тип крепления (фиг. 146, *б*) применяется для окончательной штамповки гильз тех же калибров; крепление его аналогично только что рассмотренному. Третий тип крепления (фиг. 146, *в*) применяется для гильз калибра более 10 *мм*; характер крепления близок второму типу и ясен из рисунка.

§ 4. Проектирование инструмента для штамповки

Отправными данными при проектировании инструмента штамповки являются чертежи: а) изделия, б) заготовки, поступающей на штамповку.

А. Матрицы

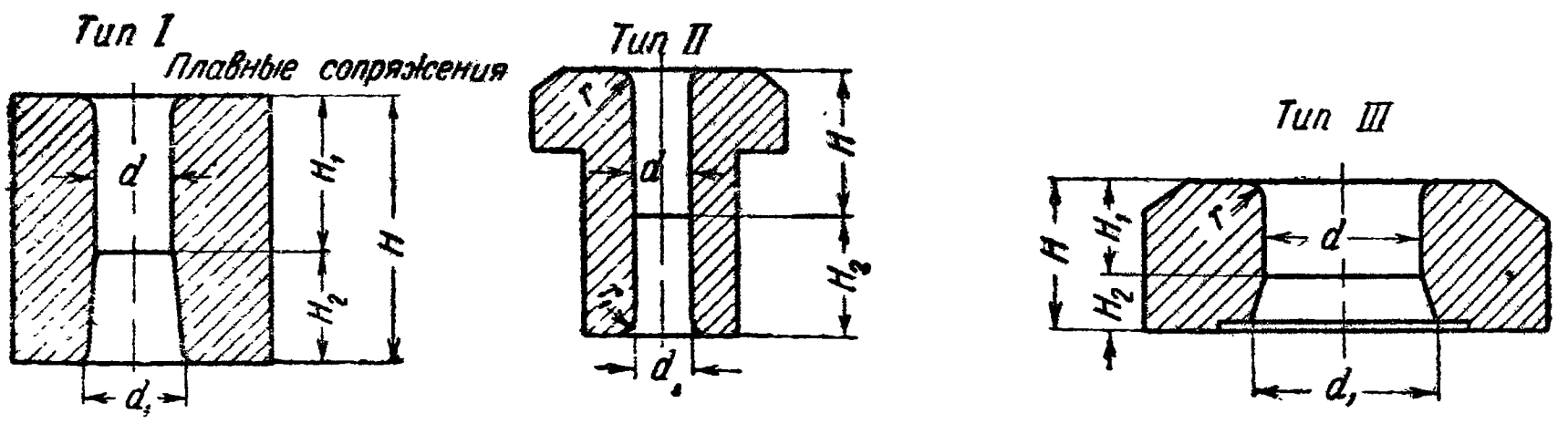
Размеры рабочей части матрицы должны обеспечить легкий ввод заготовки в матрицу из механизма питания. Изменением диаметраль-

ных размеров изделия в процессе штамповки получают необходимые чертежные размеры, в особенности на участках, которые не подвергаются дальнейшей обработке; одновременно с этим между отштампованным изделием и матрицей должен быть достигнут натяг, обеспечивающий удерживание изделия в матрице при отходе штампа и пуансона. Однако, сила удерживания должна быть минимальной, в противном случае при выталкивании изделия, подаваемого заготовкой, стенки изделия подвергнутся деформации.

Все сказанное позволяет установить основные зависимости по определению размеров рабочей части матриц штамповки (табл. 71).

Таблица 71

Основные зависимости по определению рабочей части матриц штамповки



Определяемая величина	Обозначения	Формулы для матриц		
		тип I	тип II	тип III
Диаметр рабочей части матрицы (предварительный)	d	$D+\Delta+\beta$	$D+\Delta+\beta$	D
Диаметр рабочей части для окончательной штамповки	d	$D_{изд}\,\alpha$	$D_{изд}\,\alpha$	$D_{изд}\,\alpha$
Диаметр приемной части	d_1	$d+0{,}02$ *мм*	$d+0{,}07$—$0{,}1$ *мм*	$d+0{,}1$ *мм*
Радиусные сопряжения с торцевыми поверхностями со стороны рабочей части	r	2—2,5 *мм*	0,05 (слегка притупить)	0,5—0,7 *мм*
То же, со стороны приемной части	r_1	2—2,5 *мм*	2,5—3	—
Высота матрицы:	H	$0{,}8$—$1{,}25\,L$	$L+5$	$1{,}5\,d$
рабочей части . .	H_1	$0{,}65\,H$	$0{,}75\,H$	$0{,}85\,H$
приемной части . .	H_2	$0{,}35\,H$	$0{,}25\,H$	$0{,}15\,H$

В формулах приняты обозначения:

D — диаметр вытяжной матрицы, предшествующей штамповке;

Δ — коэфициент, учитывающий распружинивание и равный $(0{,}004$—$0{,}005)\,D$;

β — коэфициент, учитывающий степень вхождения заготовки в матрицу, равный $(0{,}002$—$0{,}003)D$;

α — коэфициент изменения диаметральных размеров в изделии на участке рабочей части матрицы, $\alpha = 0{,}996$—$0{,}998$;

$D_{изд}$ — диаметр (минимальный) по чертежу изделия;

L — длина заготовки, поступающей на штамповку.

При выборе габаритных размеров и типа матрицы (цельная или составная) следует придерживаться следующих правил.

1. Если длина штампуемого изделия меньше 40 *мм*, матрицу следует делать цельной, если больше — составной из двух частей: собственно матрицы и направляющей части (хвостовика).

2. В целях повышения срока службы рабочую часть матрицы диаметром до 15 *мм* следует делать из твердых сплавов (металлокерамических), а более 15 *мм* — наплавлять сормайтом; если нет сормайта, матрицы хромируют.

3. Наружный диаметр следует выбирать с учетом тангенциальных напряжений растяжения во избежание деформации в процессе работы.

В табл. 72 приведен ряд зависимостей по определению размеров матриц.

Б. Штампы

Размер штампа подбирается конструктивно. При проектировании его должны быть учтены следующие положения:

1. Диаметр рабочей части штампа, окончательно образующего головку, зависит от типа изделия.

2. Если изделие маркируется штампом, маркировочные знаки наносятся на выступе d высотой 0,15—0,2 *мм*.

3. Профиль торца штампа зависит от формы торцевой поверхности изделия.

4. Если соотношение между диаметром соска (в гильзах) и диаметром гильзы под фланцем или диаметром заготовки меньше 0,5, штамп следует делать составной, т. е. собственно штамп и сосок, а если $\frac{d_к}{D_{изд}} > 0{,}5$ — цельный.

5. Размеры соска для окончательного оформления размеров капсюльного гнезда брать по минимальным размерам с учетом распружинивания изделия, т. е. $d_в = d_{изд}$ (0,998÷0,999); следует также обратить внимание на выбор радиуса сопряжения боковой и торцевой поверхностей. Малые радиусы всегда являются причиной надрывов. Хорошие результаты получаются при следующих значениях

Диаметр соска *мм*	Радиус
4—6	0,3—0,35
6–7,5	0,5—0,7
7,5—10	0,5—0,8

Примечание. Меньшие значения применяют для латуни, а бо́льшие—для стали и биметалла.

6. Наиболее целесообразной формой соска для предварительной штамповки при условии, если сосок изготовляется отдельно, является коническая.

Если же штамп и сосок представляют одно целое, то профиль его устанавливается опытным путем. При определении профиля штампа следует учитывать:

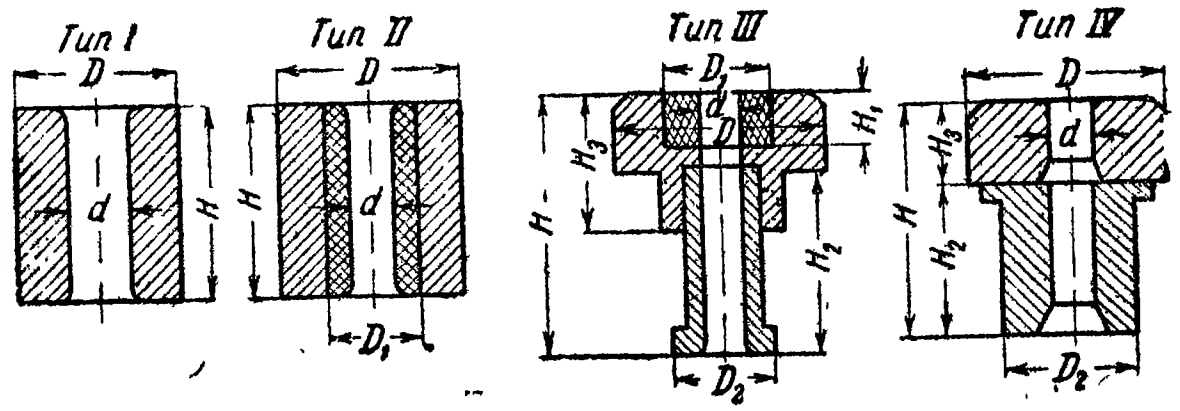
а) смещение материала от центра к периферии, достаточное для образования головки;

б) подготовку капсюльного гнезда;

в) образование фаски, облегчающей вставку капсюля. Последнее применяется для капсюльных гнезд диаметром до 7,5 *мм*.

Таблица 72

Основные зависимости по определению габаритных размеров матриц штамповки



Определяемая величина	Обозначение	Формулы для матриц			
		тип I	тип II	тип III	тип IV
Наружный диаметр рабочей матрицы	D	$(3—3{,}5)\,d$	$(3—3{,}5)\,d$	$(4{,}6—5)\,d$	$(4{,}6 \div 5)d$
Диаметр вкладыша из твердого сплава	D_1	—	$2{,}2\,d$	$(2{,}2—2{,}5)\,d$	
Общая высота матрицы	H	$0{,}8—1{,}25\ L_{изд}$	$0{,}8—1{,}25\ L_{изд}$	$1{,}2\ L_{изд}$	$1{,}2\ L_{изд}$
Высота корпуса	H_3			$0{,}6\,H$	$0{,}3\,H = (1{,}25 \div 1{,}5)d$
Высота вкладыша из твердого сплава	H_1	—	H	$(1{,}35—1{,}4)\,d$	
Диаметр направляющей части (хвостовика) . .	D_2	—	—	$(1{,}65—1{,}7)\,d$	$(1{,}5 \div 1{,}76)\,d$
Длина направляющей части (хвостовика) . . .	H_2			$0{,}8\ L_{изд}$	$0{,}8\ L_{изд}$

$L_{изд}$ – длина заготовки, поступающей на штамповку.

Пуансоны. Форма и размеры пуансона последней прессовки подбираются по чертежу изделия, а для предварительной прессовки — опытным путем. Критерием правильности выбора являются величина и направление складки, причем на складку, как показали опыты, оказывают влияние радиус закругления (чем больше радиус, тем больше складка) и диаметр пуансона штамповки (чем он больше соответствующего диаметра пуансона вытяжки, тем менее удовлетворительны направления складки).

Для предварительного определения радиуса можно пользоваться формулой:

$$r_{шт} = \frac{r \cdot Q}{Q + 1},$$

где r — радиус вытяжного пуансона, предшествующего штамповке;

Q — число вытяжных операций, включая и свертку, предшествующих штамповке.

§ 5. Проверка качества изготовления штампованных изделий

Качество штампованных изделий зависит от:

1) правильности наладки пресса, его точности и правильности выхода отдельных инструментов;

2) состояния поверхностей рабочего инструмента, правильности геометрических форм, точности выполнения размеров и неизменности их под воздействием приложенной нагрузки в процессе работы;

3) механических свойств штампуемого изделия;

4) состояния поверхности заготовки, поступающей на штамповку;

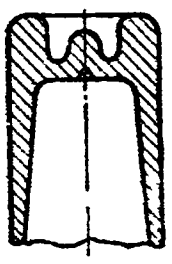
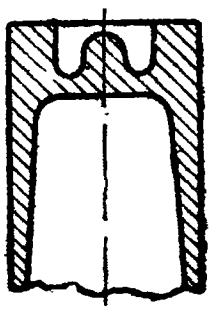
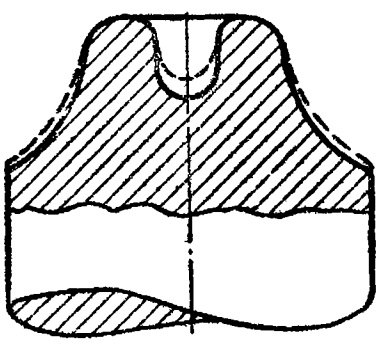
5) внимательности обслуживающего персонала.

Основные виды брака при штамповке и причины их появления приведены в табл. 73.

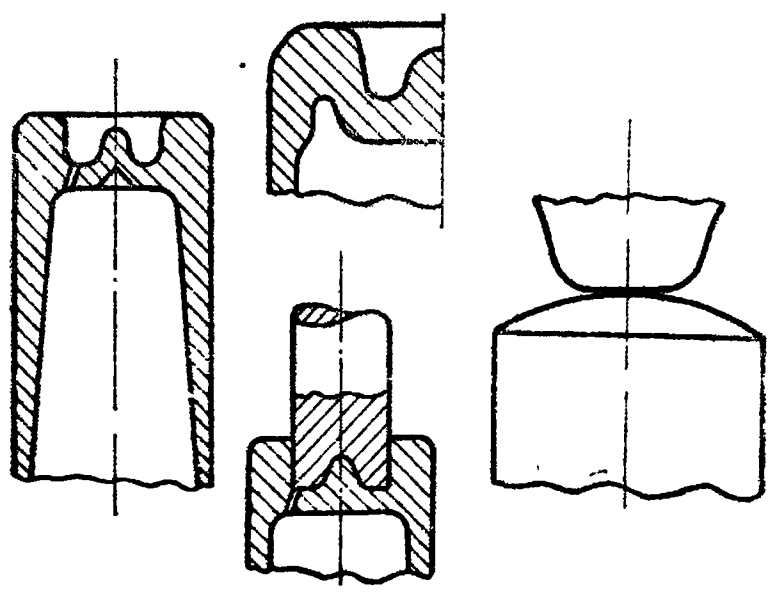
Таблица 73

Виды брака при штамповке и причины их появления

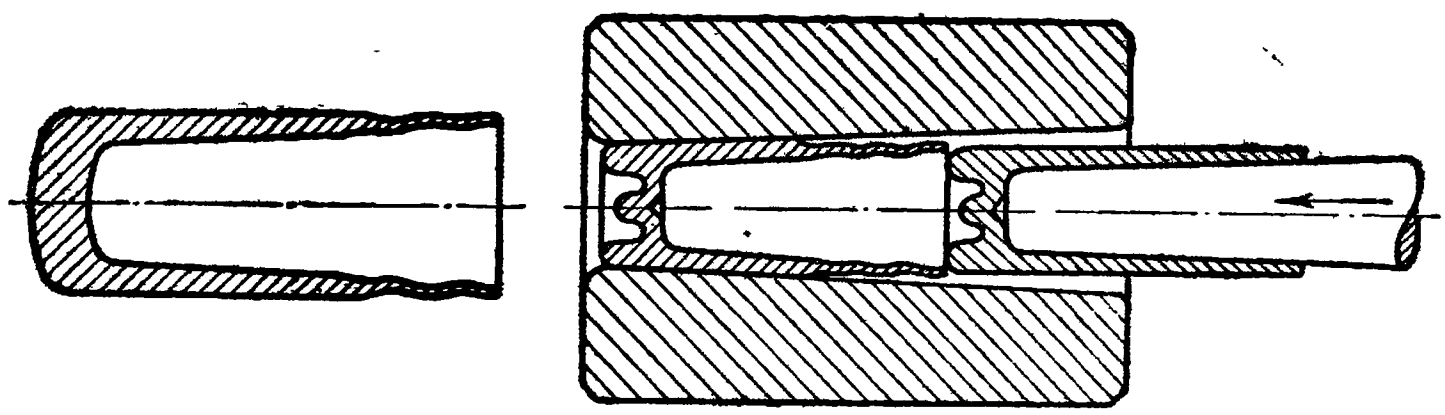
А. Окончательная штамповка гильзы без шляпки

№ по пор.	Виды брака	Причины брака
I	Большая фаска головки гильзы 	Недостаточно металла на формирование головки вследствие запуска в производство тонкой полосы, несоответствие размеров рабочего инструмента чертежу, тощие пуансоны, малый радиус на вытяжных пуансонах, увеличенные углы конусов на вытяжных матрицах
II	Отсутствие фаски или малая фаска (для гильз малого калибра) 	1. Избыток металла 2. Неправильная форма штампа первой прессовки 

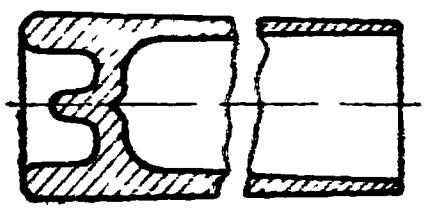
№ по пор.	Виды брака	Причины брака
III	Надрывы дна и провалы капсюльного гнезда	1. Малый радиус соска 2. Глубокая складка 3. Большой радиус дна 4. Тонкая перегородка



IV	Гармошка в дульцевой части	1. Несоответствие размеров гильзы и матрицы 2. Грязные заготовки 3. Налипание металла на стенках матрицы 4. Неправильная форма отверстия матрицы



V	Низкая наковальня при нормальной глубине гнезда Высокая наковальня при нормальной глубине гнезда	Неправильная глубина выемки соска
VI	Широкое капсюльное гнездо	1. Сел сосок вследствие плохой термообработки; недостаточная твердость 2. Неправильная форма штампа первой прессовки



VII	Спрессование двух гильз	1. Гильза оставалась на соске и при обратном ходе спрессовалась очередной гильзой, поданной в матрицу 2. Сел сосок 3. Термообработка полуфабриката произведена с отступлением от технологии 4. Недостаточная твердость дна гильзы

Продолжение

№ по пор.	Виды брака	Причины брака
VIII	Выстрелы при штамповке	Запирание воздуха в матрице последующим полуфабрикатом, что при наличии длинного цилиндрического отверстия в матрице вызывает преждевременное выталкивание полуфабриката из матрицы
IX	1. Высокая или низкая наковальня, мелкое или глубокое капсюльное гнездо, толстая или тонкая перегородка	1. Неправильная наладка станка, инструмента и посадка соска
	2. Эксцентричное капсюльное гнездо, эксцентричная и косая головка	2. Неправильно изготовлен сосок; посадка соска, несовпадение осей матрицы и штампа
	3. Широкое и мелкое капсюльное гнездо	3. Неправильно изготовлен сосок, посадка соска
X	Разрывы гильз при штамповке или при стрельбе	1. Попадание внутрь полуфабриката опилок (деревянных) от протирки 2. Попадание внутрь полуфабриката колечка после обрезки
XI	Капсюльное гнездо, имеющее обратный конус	Нарушена кинематика станка (преждевременный выход инструмента)
XII	Гильза без капсюльного гнезда или с капсюльным гнездом от предварительной штамповки	Поломан сосок и засорен полуфабрикат после предварительной штамповки
XIII	Царапины по поверхности	1. Горбатая вытяжка 2. Налипание металла на поверхность матрицы

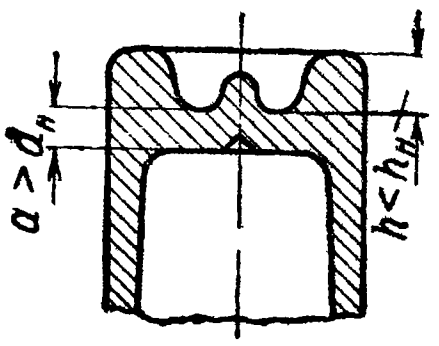
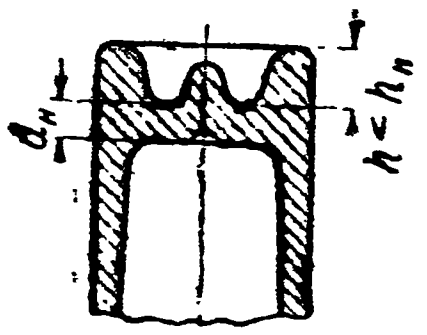
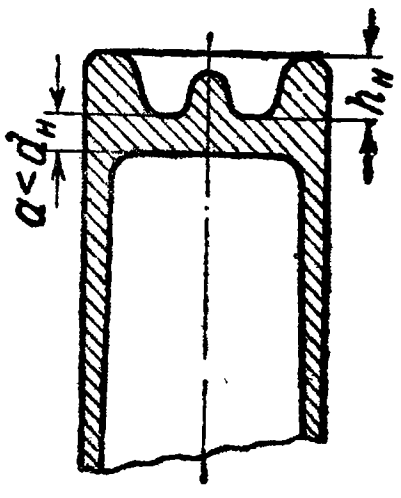
Б. Окончательная штамповка гильз с шляпкой

	Виды брака, указанные в пп. III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, такие же, как и в гильзах без шляпки	Причины брака такие же, как и в гильзах без шляпки
I	Трещины под шляпкой при стрельбе	1. Глубокая складка, направленная под углом относительно оси гильзы 2. Недостаточная твердость донной части гильзы вследствие неправильно выбранной температуры последнего отжига 3. Выкрошена фигура на пуансоне штамповки или попали на штамповку заготовки, изготовленные выкрошившимся вытяжным пуансоном

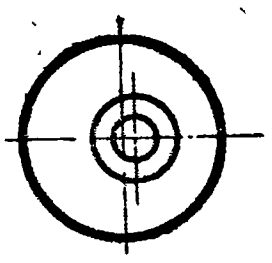
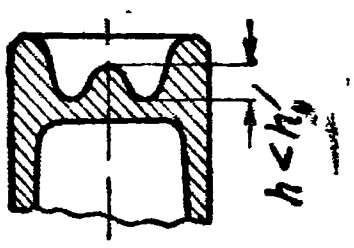
Продолжение

№ по пор.	Виды брака	Причины брака
II	Косая шляпка	1. Заготовки после вытяжки имеют косое дно 2. Неперпендикулярность торца матрицы
III	Царапины	1. Перемычка между хвостовиком и вкладышем матрицы касается заготовки 2. Налипание металла на матрицу 3. Лопнула матрица
IV	Большая шляпка	Избыток металла в донной части гильзы
V	Толстая перегородка	Избыток металла в донной части гильзы

В. Виды и причины брака при предварительной штамповке гильзы

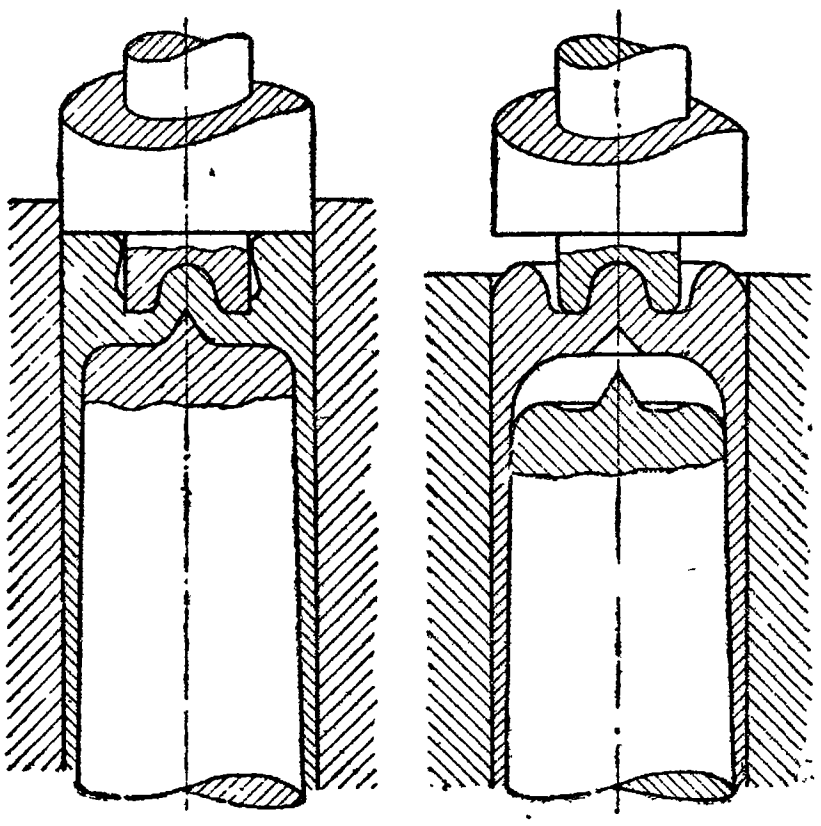
I	Мелкое гнездо при полной перегородке 	Неправильно отрегулирован пресс
II	Мелкое гнездо при нормальной перегородке 	Засорение потока некачественным полуфабрикатом. На вытяжных работали изношенным или неправильно изготовленным „тощим“ пуансоном
III	Нормальная глубина гнезда к меньшему пределу и тонкая перегородка 	1. Запуск в производство тонкой полосы 2. Засорение потока полуфабрикатом, выполненным инструментом с отступлением от чертежа (применение на вытяжках „тощего“ пуансона, развал углов конусов вытяжных матриц), что вызывает стягивание металла с дна 3. Неправильное сочетание пуансона последней вытяжки с пуансоном первой прессовки; пуансон входит свободно в полуфабрикат 4. Полная по рабочему диаметру матрица последней прессовки при пуансоне, изготовленном к нижнему пределу (тощем)

Продолжение

№ по пор.	Виды брака	Причины брака
IV	Эксцентричное капсюльное гнездо 	Неправильная наладка станка, вызывающая при холостом ходе засекание штампа пуансоном
V	Отпечатки в капсюльном гнезде и неровная поверхность	Выкрашивание штампа
VI	Низкая наковальня 	Засорение соска первой прессовки и неправильные размеры соска
VII	Перехваты на полуфабрикате	Строгая матрица и неправильное центрирование штампа
VIII	Царапины	Налипание металла на сосок и недоброкачественная термообработка
IX	Кривые изделия	Неправильное центрирование инструмента
X	Боковики	Неправильное центрирование пуансона и питательного лотка
	Разрывы	Не была снята отштампованная гильза и захвачена пуансоном следующая
XI	Образование карманчиков, предрасположенных к прорывам на второй прессовке	Засорение потока полуфабрикатом, изготовленным изношенным сверточным пуансоном и полным пуансоном первой вытяжки, что вызывает образование большой сферы на последней вытяжке, а также работа тощим пуансоном последней вытяжки и полным пуансоном прессовки

Продолжение

№ по пор.	Виды брака	Причины брака
XII	Большой диаметр гнезда и меньшая глубина, что дает при второй штамповке неправильную форму гнезда и приводит к выпадению капсюлей	Посадка штампа на предварительной штамповке



Правильность размеров и формы изделий после первой и второй штамповок проверяют набором специального мерительного инструмента.

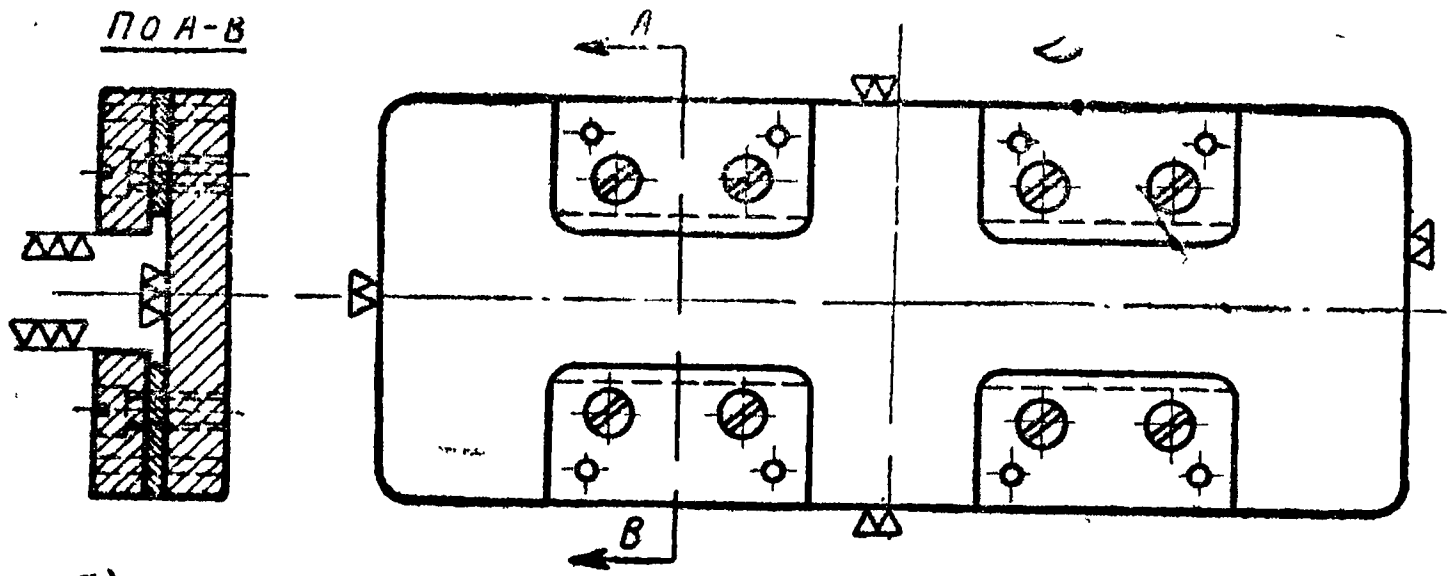
Номенклатура инструмента зависит от формы заготовки, получаемой при первой штамповке, и формы готовой гильзы. На фиг. 147 показаны различные конструкции инструментов для гильз.

Приводим описание некоторых типов мерительного инструмента, являющихся специальными конструкциями.

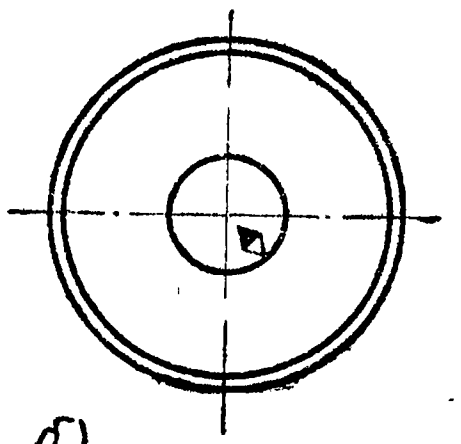
Прибор для определения толщины перегородки (фиг. 147, *д*) представляет собой специальный тип микрометра. Подлежащая контролю гильза укладывается между мерителями *1* и *2*. Меритель *1* постоянный, а меритель *2* — подвижной и благодаря специальному устройству (байонетный замок) может быть быстро приведен в соприкосновение с измеряемым объектом. Толщину перегородки определяют по шкале. Прибор, как и микрометр, снабжен трещеткой, позволяющей объективно оценивать силу зажима между мерительными контактами.

Приборы для определения глубины капсюльного гнезда и высоты наковальни (фиг. 147, *е*) представляют упрощенный тип стрелочного индикатора. При нажиме на мерительный стержень *2* он перемещается и поворачивает стрелку *1*, постоянно отжимаемую пружиной *3*. По отклонению стрелки находят измеряемый размер в пределах допустимых отклонений.

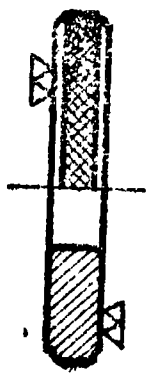
Прибор для проверки центричности капсюльного гнезда относительно корпуса гильзы (фиг. 147, *ж*). Прибор состоит из направляющей втулки *2*, корпуса *3* и втулки *4*. Подлежащая проверке гильза вставляется в корпус *3*, на который надевают направляющую втулку *2* с пробкой *1*. При правильно изготовленной гильзе пробка *1* входит в капсюльное гнездо, а при эксцентрично расположенном гнезде — не входит.

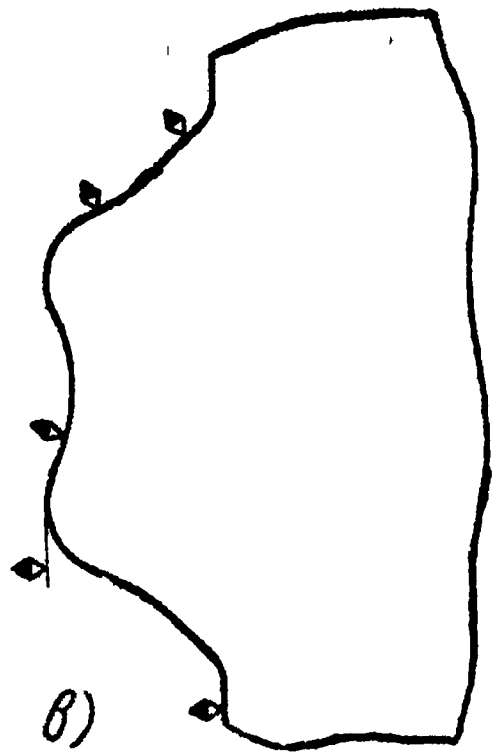


а)

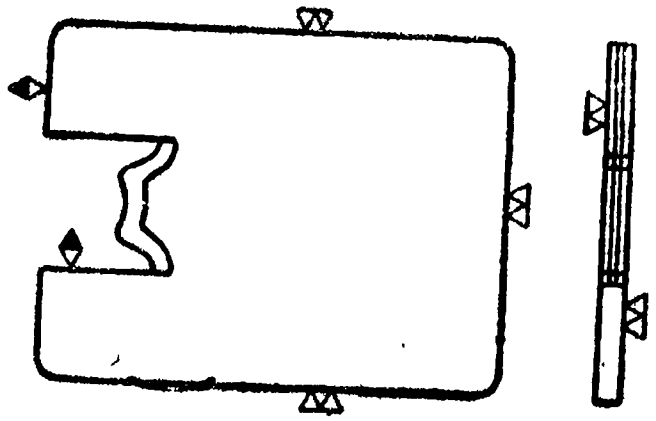


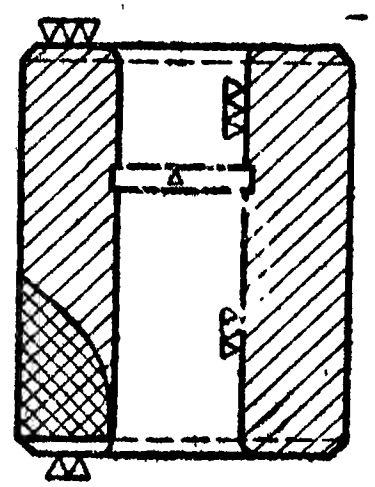
б)



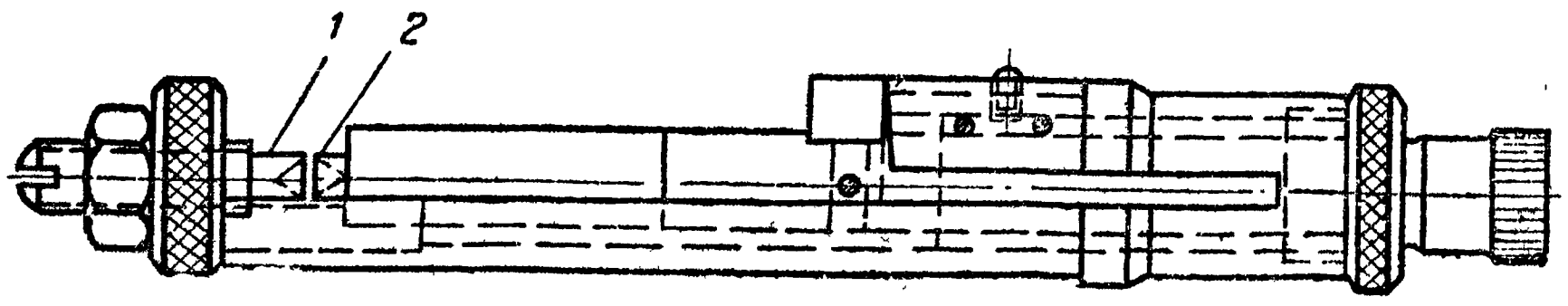


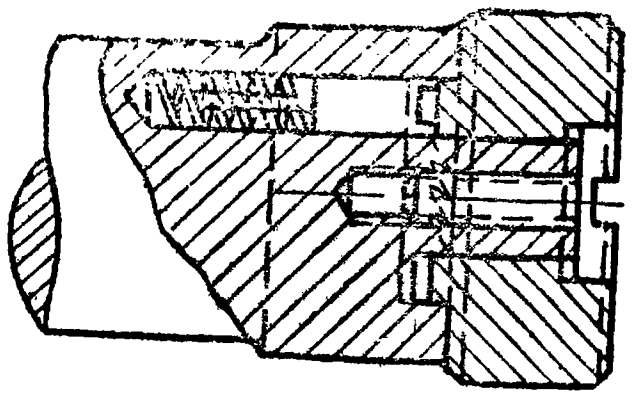
в)

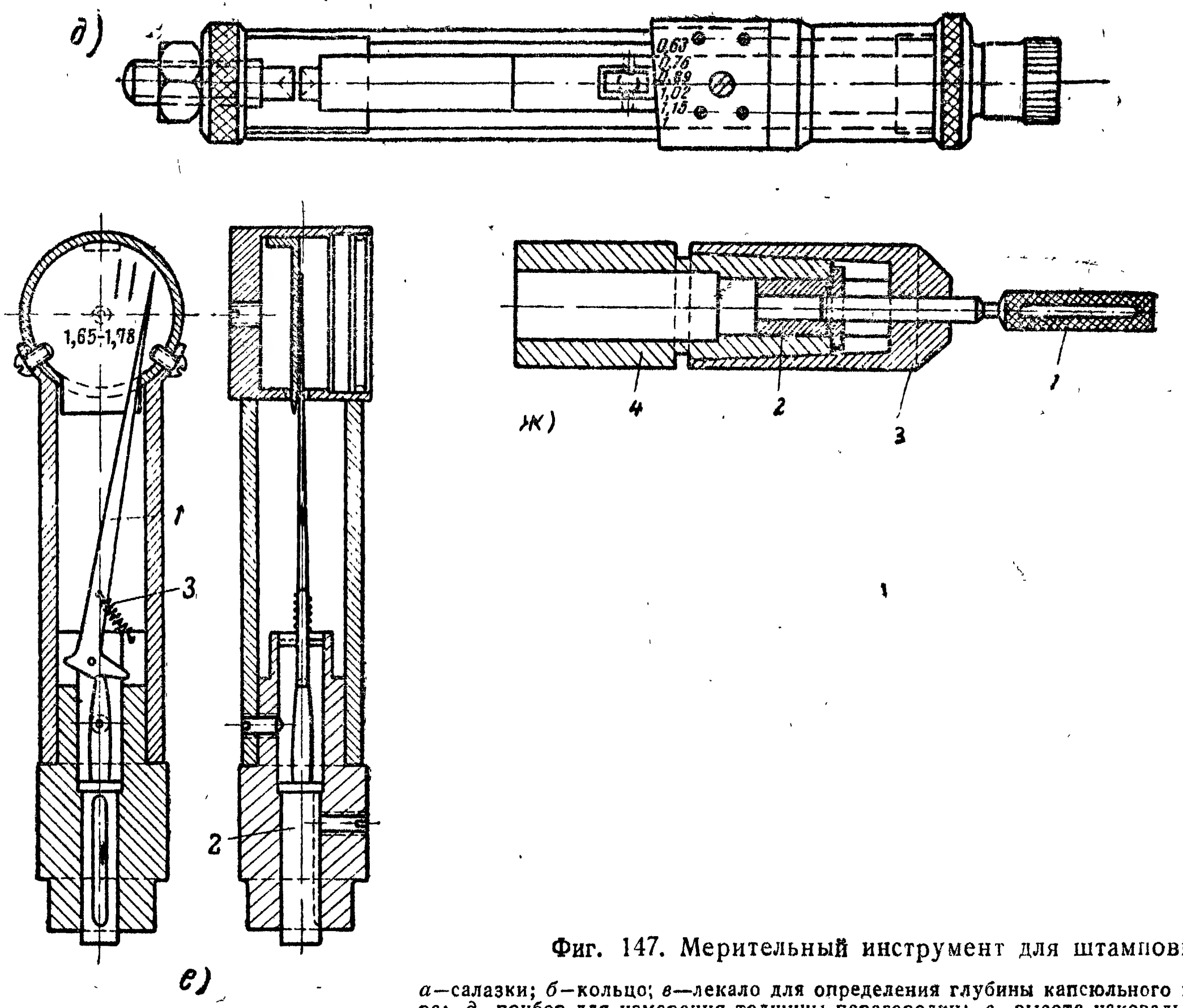




г)







Фиг. 147. Мерительный инструмент для штамповки:

а—салазки; *б*—кольцо; *в*—лекало для определения глубины капсюльного гнезда; *г*—камора; *д*—прибор для измерения толщины перегородки; *е*—высота наковальни; *ж*—прибор для проверки центричности капсюльного гнезда; *з*—пробка.

Для удобства пользования мерительные инструменты следует располагать в специальных ящиках или стойках.

В табл. 74 приводятся данные о точности изготовления изделий штамповкой. Точность штамповки зависит от:

а) точности пресса;

б) точности изготовления инструмента и состояния его поверхности;

в) неизменности наладки пресса и размеров инструмента в процессе работы;

г) состояния поверхности заготовки, поступающей на штамповку;

д) колебаний в размерах заготовки, поступающей на штамповку.

Таблица 74

Точность при штамповке гильз

Элементы гильзы	Точность размеров при штамповке, мм	
	предварительной	окончательной
Перегородка	0,15—0,3	0,15—0,25
Диаметр капсюльного гнезда	0,05—0,07	0,03—0,05
Глубина капсюльного гнезда	0,2—0,4	0,08—0,15
Высота наковальни	0,2—0,4	0,1—0,15
Диаметр гильзы по корпусу	0,06—0,08	0,05—0,03
Центричность капсюльного гнезда относительно корпуса	0,1	0,1

ГЛАВА X

РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ПОЛУФАБРИКАТА И ЧИСЛА ОПЕРАЦИЙ ПРИ ОБЖИМЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ. ТЕХНОЛОГИЯ ОБЖИМА

§ 1. Общие сведения

Обжим, т. е. изменение формы образующей на полых изделиях, получаемых вытяжкой, является одной из ответственных и в то же время и наиболее трудоемких операций в процессе производства гильз и пульных оболочек. Путем обжима изделию сообщаются не только чертежные размеры, но и в совокупности с предшествующими операциями (формоизменяющими и термическими) необходимые механические качества, обеспечивающие требуемую по техническим условиям прочность.

От правильного выбора размеров полуфабриката на обжиме и числа обжимов зависят:

1) качество продукции и количество брака;

2) стойкость дорогого в изготовлении обжимного инструмента.

При обжиме тел вращения возможны два случая формоизменения: а) обжим предварительно вытянутой заготовки, имеющей вид колпачка, производится со стороны дна; б) обжим предварительно вытянутой заготовки производится со стороны открытого конца. Первый случай характерен для получения пульных оболочек, а второй — для гильз, образования задка у трубчатых сердечников, задка при монтаже пуль и т. д.

§ 2. Расчет размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении пульных оболочек

Обжим пульных оболочек условно можно рассматривать, как незавершенную операцию вытяжки, а следовательно, принятую ранее методику расчета числа и размеров вытяжек, имеющих одинаковую толщину стенок и дна, с некоторыми видоизменениями можно применить и в этом случае.

Исходными данными для расчета размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении пульных оболочек являются размеры готовой оболочки, размеры последней вытяжки, качество металла оболочки и его механические свойства после вытяжки.

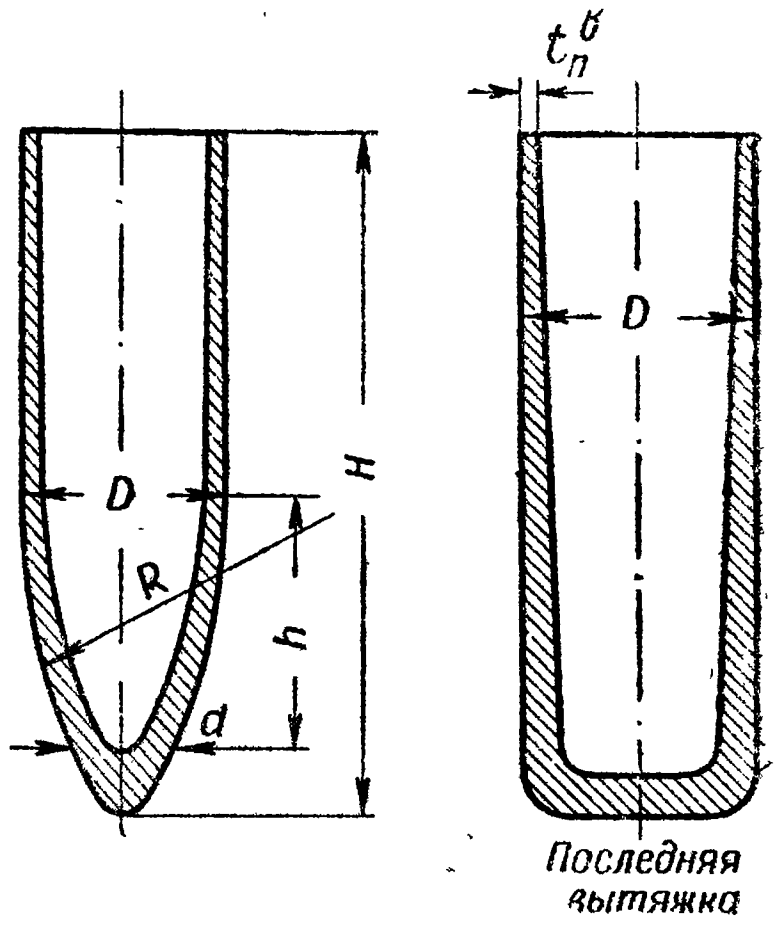
При расчете оболочки следует исходить из изменения ее размера в точке сопряжения радиусов оживала и вершинки (фиг. 148). Последовательность расчета и необходимые для этого формулы приведены в табл. 75.

Таблица 75

Формулы для расчета размеров и числа обжимов при изготовлении пульных оболочек

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Диаметр оболочки в точке сопряжения радиуса оживала и радиуса вершинки для несмещенного оживала	d	$D-2[R-\sqrt{R^2-h^2}]$
Диаметр оболочки в точке сопряжения радиуса оживала и радиуса вершинки для смещенного оживала	d	$2[\sqrt{R^2-(h+K)^2}-l]$ $l=\frac{h(h+2K)}{D-d}-0{,}25\ (D+d)$ $l=\sqrt{R^2-K^2}-\frac{D}{2}$
Общий коэфициент обжима	m	$\frac{d}{D}$
Средний коэфициент обжима	$m_{ср}$	По табл. 70
Число обжимов	n	$\frac{\lg m}{\lg m_{ср}}$
Выбор коэфициентов обжима по операциям	m_1 m_2 m_3 m_n	По табл. 75
Диаметр оболочки на операциях обжима в точке сопряжения радиусов оживала и вершинки	d_1 d_2 d_n	m_1D m_2d_1 m_nd_{n-1}
Коэфициент изменения высоты оживала и высота оживала по операциям	β H_o	$\frac{h_1}{h_2}=\frac{h_2}{h_3}$ и т. д. $=0{,}88-0{,}90$ $\frac{Hn}{0{,}88-0{,}90}$; $\frac{Hn-1}{0{,}88-0{,}9}$ и т. д.
Радиус оживала на промежуточных операциях обжима	R_1 R_2	$\frac{h_1^2+a_1^2}{2a_1}$; $a_1=\frac{D-d_1}{2}$ $\frac{h_2+a_1^2}{2a_2}$; $a_2=\frac{D-d_2}{2}$
Радиус вершинки головки обжатой оболочки	r	Определяется графическим путем

Как следует из приведенных в таблице формул, при расчете размеров нужно исходить из средней величины, допустимого обжатия и соответствующей ей величины обжатия на операциях, потому что совершенно очевидно, что на первых операциях обжатие должно быть больше, на последующих меньше и, наконец, на последней операции, когда только изменяется форма вершинки, опять больше.



Фиг. 148. Оболочка.

На величину обжатия влияют:

1) толщина стенок изделия, подлежащего обжиму;

2) диаметр вытяжки, поступающей на обжим, и форма вершинки у готового изделия;

3) качество материала и его состояние перед обжимом.

Практикой установлены следующие зависимости:

а) чем толще стенка изделия, подлежащего обжиму, тем больше обжатие;

б) чем меньше диаметр вытяжки и чем острее вершинка, тем меньше величина обжатия на промежуточных обжимах и больше на последнем;

в) чем мягче материал, тем больше обжатие.

На основании заводских данных и ряда опытных работ, проведенных автором, определены значения среднего и промежуточных коэфициентов обжима для пульных оболочек (табл. 76).

Таблица 76

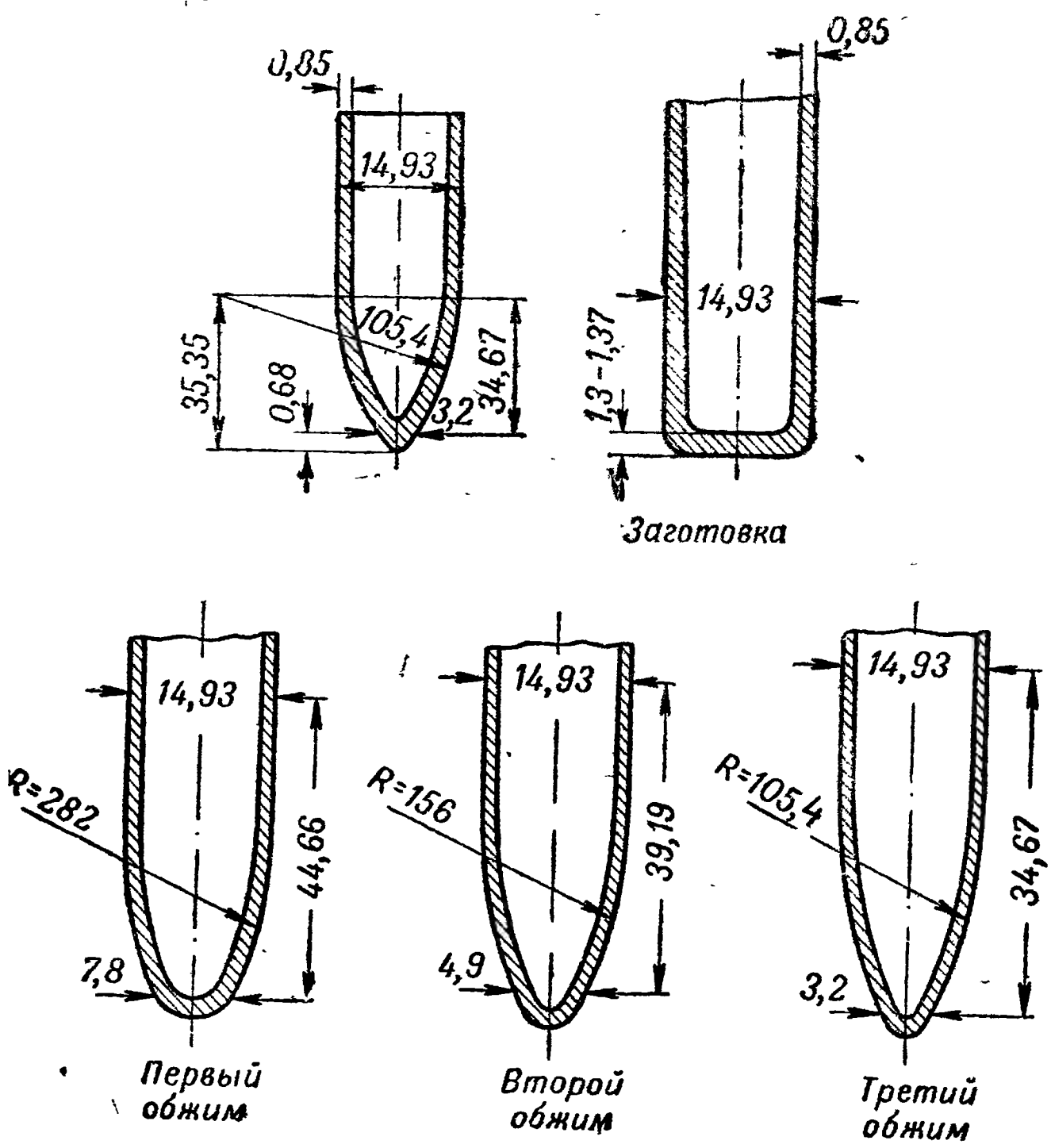
Значения коэфициентов обжима для пульных оболочек

Материал и его размеры, *мм*	Коэфициент обжима		
	средний	операционный	
		первый обжим	промежуточный обжим
Биметалл: толщиной 0,3—0,6	0,68—0,7	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,8-0,90}$
толщиной 0,6—1,0	0,6—0,62	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,85-0,95}$
толщиной 1,0—1,5	0,6—0,63	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,85-0,97}$
Сталь: толщиной 0,3—0,6	0,7—0,75	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,85-0,92}$
толщиной 0,6—1	0,62—0,65	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,85-0,95}$
толщиной 1,0—1,5	0,63—0,65	$\frac{m_{ср}}{1,1-1,2}$	$\frac{m_{ср}}{0,85-0,97}$

Примечание. Бо́льшие значения приведены для диаметров до 10 *мм*.

Пример. Рассчитать число и размеры полуфабриката при обжиме пульной оболочки. Размеры готовой оболочки и размеры последней вытяжки приведены на фиг. 149. Оболочку изготовляют из биметалла (сталь-томпак).

На основании полученных размеров вычерчивают профили полуфабрикатов по операциям (фиг. 149, справа).



Фиг. 149. Оболочка.

§ 3. Расчет размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении гильз

В качестве исходных данных для расчета размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении гильз и трубчатых сердечников могут быть использованы чертежи готового изделия, размеры заготовки под обжим; при этом следует учитывать и механические свойства металла. Последовательность расчета и необходимые для этого формулы приведены в табл. 77.

Число обжимов для изделий, обжимаемых со стороны открытого конца колпачка, рассчитывают по формуле:

$$n = \frac{\lg (1 - K_0)}{\lg (1 - K)} \quad \text{или} \quad n = \frac{\lg m}{\lg m_{ср}},$$

где K — допустимый наклеп за один обжим, определяемый из формулы:

$$K = \frac{2Et^2}{R^2V} - \frac{\sigma_0}{V};$$

E — модуль упругости;
V — модуль пластичности, для латуни равный 0,94;
R — внешний радиус дульца;
σ_0 — сопротивляемость пластической деформации по Губкину;
t — минимальная толщина стенки дульца;
K_0 — необходимый наклеп для получения обжатого изделия:

$$K_0 = 1 - \frac{d}{D_з};$$

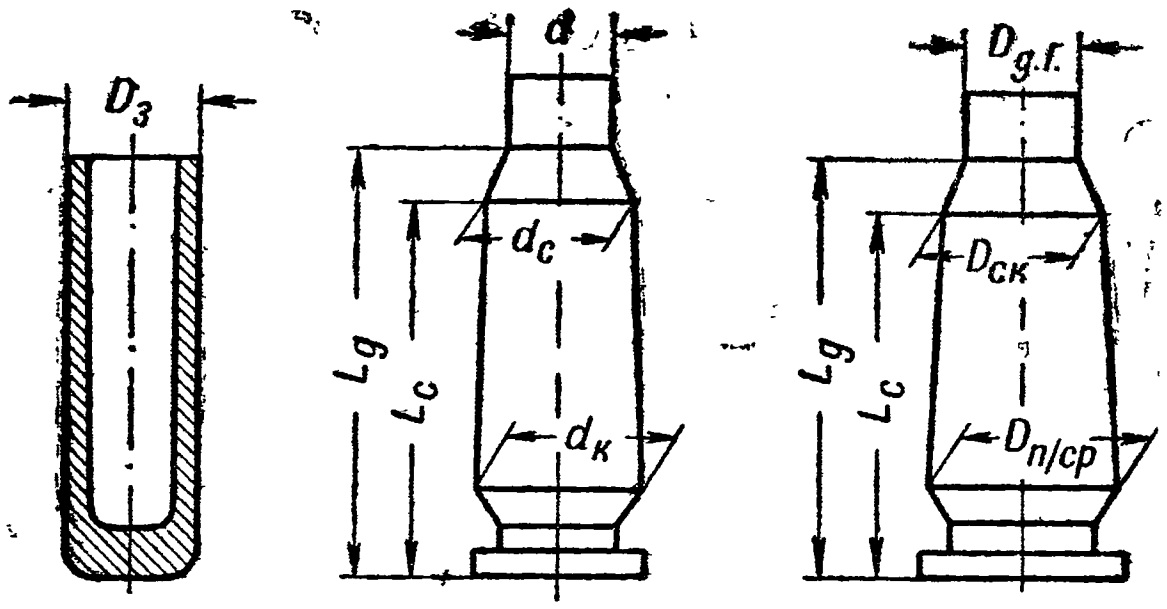
d — диаметр дульца гильзы.

Таблица 77

Последовательность расчета размеров полуфабриката

Определяемая величина	Обозначение	Формулы
Диаметр оболочки на расстоянии l, равном 0,68, от вершинки (оживало не смещено)	d	$D-2\left[R-\sqrt{R^2-h^2}\right]=$ $=14{,}93-2\left(105{,}4-\sqrt{105{,}4^2-34{,}67^2}\right)=3{,}2$
Общий коэфициент обжима	m	$\frac{d}{D}=\frac{3{,}2}{14{,}93}=0{,}214$
Средний коэфициент обжима	$m_{ср}$	По табл. 76 для биметалла: $a=0{,}6-1$ *мм*; $m=0{,}600$
Число обжимов	n	$\frac{\lg m}{\lg m_{ср}}\ \frac{\lg}{\lg}=\frac{0{,}214}{0{,}601}=\frac{\overline{1},3304}{\overline{1},7789}=\frac{0{,}6696}{0{,}2211}\approx 3$
Выбор коэфициента обжима по операциям		По табл. 76: $\frac{0{,}6}{1{,}15}=0{,}522;$ $\frac{0{,}6}{0{,}95}=0{,}628;$ $\frac{m}{m_1\cdot m_2}=\frac{0{,}214}{0{,}6\cdot 0{,}522}=0{,}65$ или $n\cdot m_{ср}-(m_1+m_2)=3\cdot 0{,}6-(0{,}522+0{,}628)=0{,}65$
Диаметры оболочки на высоте от вершинки l_1, l_2, l_3	d_1 d_2 d_3	$m_1 D=0{,}522\cdot 14{,}93=7{,}8$ $m_2 d_1=0{,}63\cdot 7{,}8=4{,}9;$ $m_3 d_2=0{,}65\cdot 4{,}9=3{,}2$
Коэфициент изменения высоты оживала		$\frac{h_1}{h_2}=\frac{h_2}{h_3}\beta=0{,}88=34{,}67;$ $\frac{h_2}{\beta}=39{,}19;$ $\frac{h_1}{\beta}=44{,}66$
Радиус оживала на промежуточных операциях	R_1 R_2 R_3	$\frac{h_1^2+a_1^2}{2a}=\frac{44{,}66^2+3{,}56^2}{2{,}3\cdot 56}=282;$ $\frac{h_2^2+a_2^2}{2a_2}=\frac{39{,}19^2+5{,}01^2}{2{,}5\cdot 01}=156;$ $\frac{h_3^2+a_3^2}{2a_3}=\frac{34{,}67^2+5{,}86^2}{2{,}5\cdot 86}=105{,}4$

Формулы для расчета размеров и числа обжимов при изготовлении гильз



Фиг. 150. Гильза.

Определяемая величина	Обозначение	Формула
Общий коэфициент обжима	m	$\frac{d}{D_з}$
Средний коэфициент обжима	$m_{ср}$	По табл. 78
Число обжимов	n	$\frac{\lg m}{\lg m_{ср}}$
Выбор коэфициентов обжима для дульца по операциям	m_1 m_2 m_3	По табл. 78
Диаметр дульцевой части гильзы на промежуточных операциях обжима	d_1 d_2 $d_з$	$m_1\ D_з$ $m_2\ d_1$ $m_{n-1}\ d_{n-1}$
Изменения диаметра по корпусу у ската для бутылочных гильз	$d_1^{ск}$ $d_2^{ск}$ $d^{ск}$	$m_1^{ск}\ D_з$ $m_2^{ск}\ d_1^{ск}$ $m_{n-1}^{ск}\ d_{n-1}^{ск}$

Таблица 78

Значение коэфициента обжима для гильз

Материал гильз и толщина стенки, *мм*	Значения коэфициента	
	среднего	операционного
Латунь, 0,25—0,5	0,85	1-я операция—$m_{ср}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,95}$; $\frac{m_2}{0,95}$; $\frac{m_n}{0,95}$
Латунь, 0,5—1	0,8—0,7	1-я операция — $\frac{m_{ср}}{1,05—1,1}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,92}$; $\frac{m_2}{0,92}$; $\frac{m_n}{0,92}$
Латунь, >1	0,7—0,65	1-я операция — $\frac{m_{ср}}{1,05—1,15}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,88}$; $\frac{m_2}{0,88}$; $\frac{m_n}{0,88}$
Биметалл и сталь, 0,25—0,5	0,8	1-я операция—$m_{ср}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,92}$; $\frac{m_2}{0,92}$; $\frac{m_3}{0,92}$
Биметалл и сталь, от 0,5 до 1	0,75	1-я операция — $\frac{m_{ср}}{1,05—1,1}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,9}$; $\frac{m_2}{0,9}$; $\frac{m_n}{0,9}$
Биметалл и сталь, >1	0,65—0,7	1-я операция — $\frac{m_{ср}}{1,05—1,1}$ промежуточная: $\frac{m_1}{0,88}$; $\frac{m_n}{0,88}$

Пример. Рассчитать число обжимов и размеры промежуточных обжимов для гильзы, показанной на фиг. 151.

Материал гильзы—латунь.

1. Коэфициент обжима

$$m = \frac{d}{D_3} = \frac{12{,}87}{21{,}34} = 0{,}504.$$

2. Коэфициент обжима средний

$$m_{ср} = 0{,}7.$$

3. Число обжимов

$$n = \frac{\lg m}{\lg m_{ср}} = \frac{1{,}70243}{1{,}84510} \approx 2.$$

4. Коэфициент обжима по операциям:

$$m_1 = \frac{0{,}7}{1{,}15} = 0{,}63;$$

$$m_2 = \frac{0{,}63}{0{,}88} = 0{,}68.$$

5. Диаметр дульцевой части на промежуточных операциях:

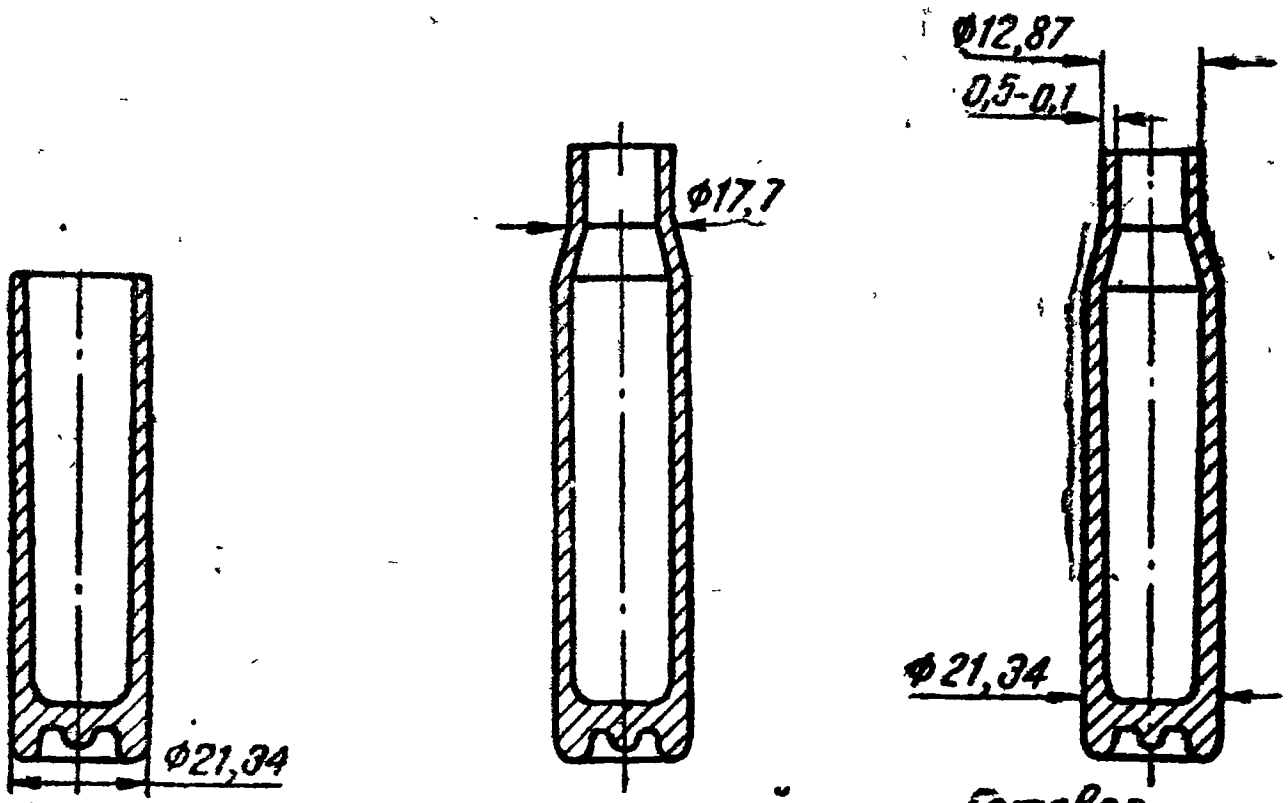
$$d_1 = m_1 D_3 = 0{,}63 \cdot 21{,}34 = 17{,}7;$$
$$d_2 = m_2 d_1 = 0{,}68 \cdot 17{,}7 = 12{,}87.$$

6. Изменение диаметра по корпусу и скату:

$$d_1^{ск} = m_1^{ск} D_3 = d_1^{к} = m_1^{к} D_3;$$
$$d_2 = m_2^{ск} d_1^{ск} = d_2^{к} = m_2^{к} d_1^{к};$$

$m_1^{ск}$, $m_2^{ск}$, $m_1^{к}$, $m_2^{к}$ — определить по фиг. 168 и 169.

Среднюю величину допустимого обжатия и величину обжатия за операцию, как и указывалось выше, определяют на основании практи-



Фиг. 151. Пример расчета числа обжимов для гильзы.

ческих данных по табл. 78. Стремление ряда технологов сократить число обжимов, а следовательно, и ограничить выбор больших обжатий, экономически себя не оправдывает, так как это приводит к резкому увеличению брака, что подтверждается следующими данными.

Гильза	Величина брака при обжиме в процентах		
	в один переход	в два перехода	в три перехода
Винтовочная	25—30	18—22	5—6
Противотанковая	30—40	10—12	6—8

При выборе величины обжатия следует учитывать:

а) толщину стенок — чем толще стенка, тем больше может быть допущено обжатие;

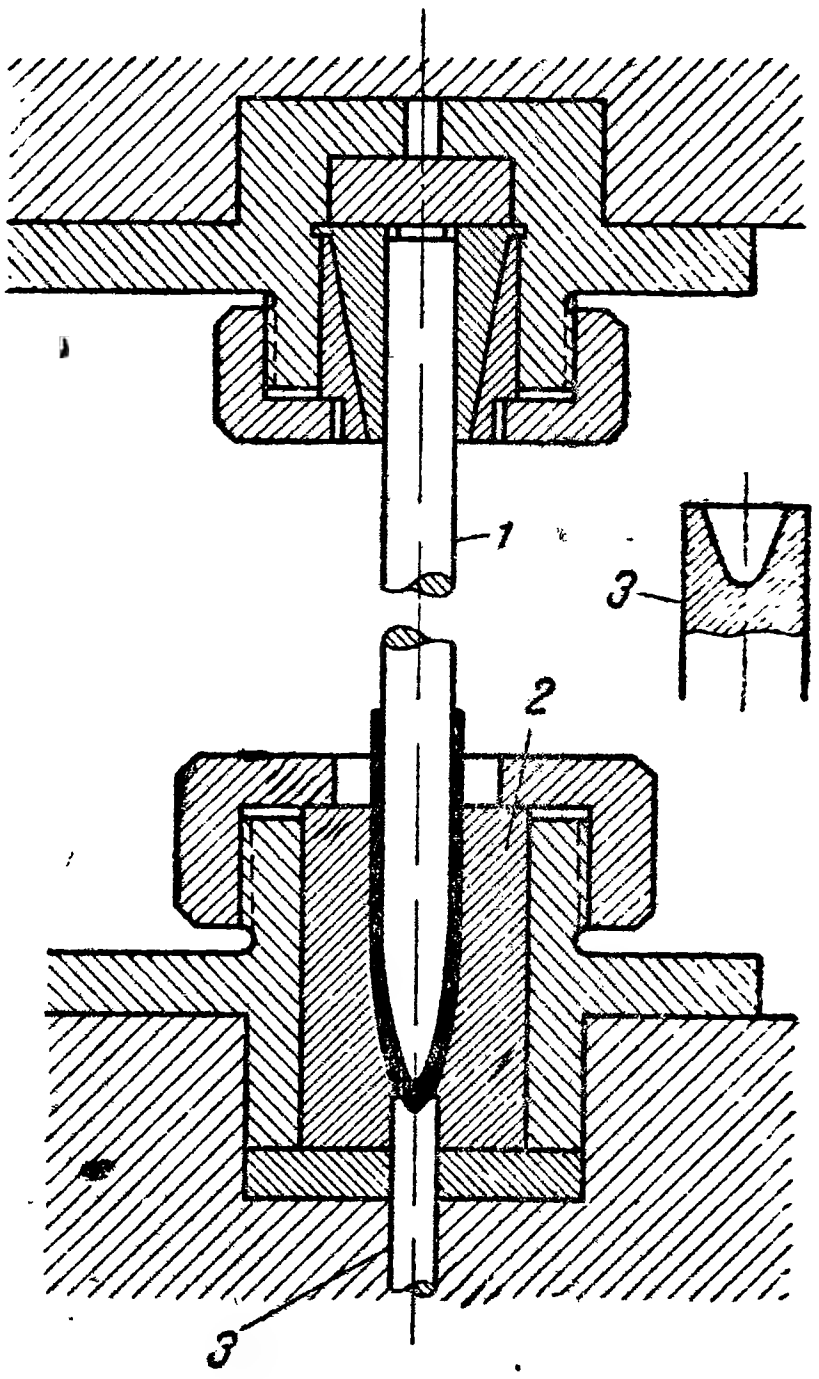
б) соотношение между диаметрами заготовки и готовой гильзы — чем больше диаметр заготовки и меньше разница в диаметрах между заготовкой и гильзой, тем меньше обжатие;

в) форму гильзы — для гильз с большим коэфициентом бутылочности обжатие должно быть меньше;

г) качество материала — чем мягче материал, тем меньше величина обжатия.

§ 4. Технология обжима

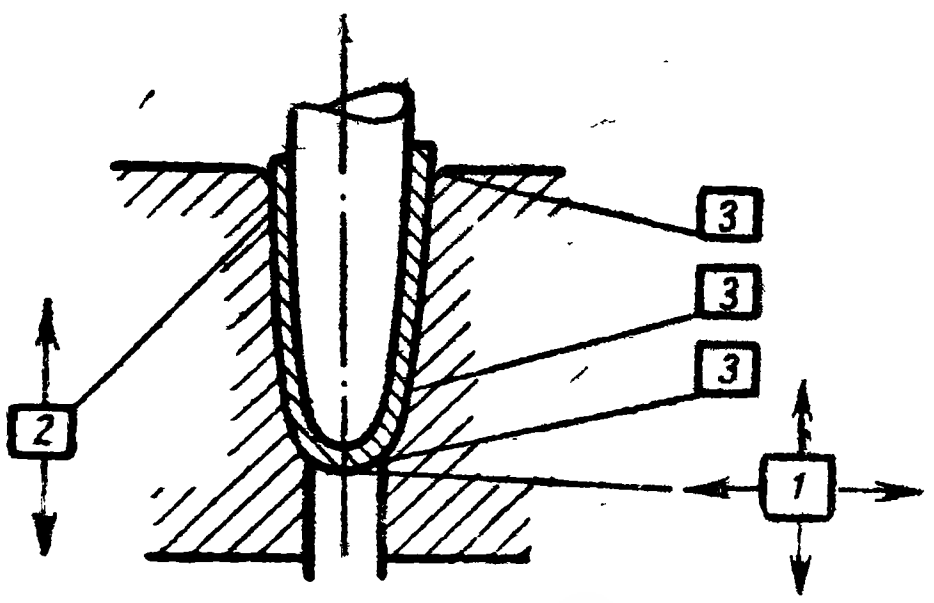
Обжим, т. е. изменение формы образующей тела вращения, применяют для: 1) создания требуемых по чертежу размеров и 2) придания совместно с термической обработкой необходимых механических качеств готовому изделию.



Фиг. 152. Схема установки инструмента на обжим оболочки.

Как и указывалось ранее, возможны два случая обжима: обжим полой заготовки со стороны дна и обжим со стороны открытого конца.

В первом случае процесс обжима в общем виде (фиг. 152) представляется так: обжимной пуансон *1*, имеющий профиль изделия, заходит в колпачок и при своем движении вперед вталкивает его в матрицу *2*.



Фиг. 153. Схема напряжений в металле при обжиме.

Так как диаметр рабочей части матрицы меньше наружного диаметра заготовки, сечение изменяется, т. е. уменьшаются диаметр и толщина в зоне донной части и по стенкам с одновременным увеличением длины. Обжатое таким образом изделие плотно прилегает к поверхности обжимного пуансона и при обратном ходе снимается съемкой (на рисунке не показанной). Не исключена возможность задержки изделия в матрице, что часто наблюдается на первичных операциях. Во избежание этого установлен выталкиватель *3*, движение которого согласовано с движением пуансона. Этот случай можно рассматривать как незавершенную вытяжку. Схема напряженного состояния металла при обжиме показана на фиг. 153.

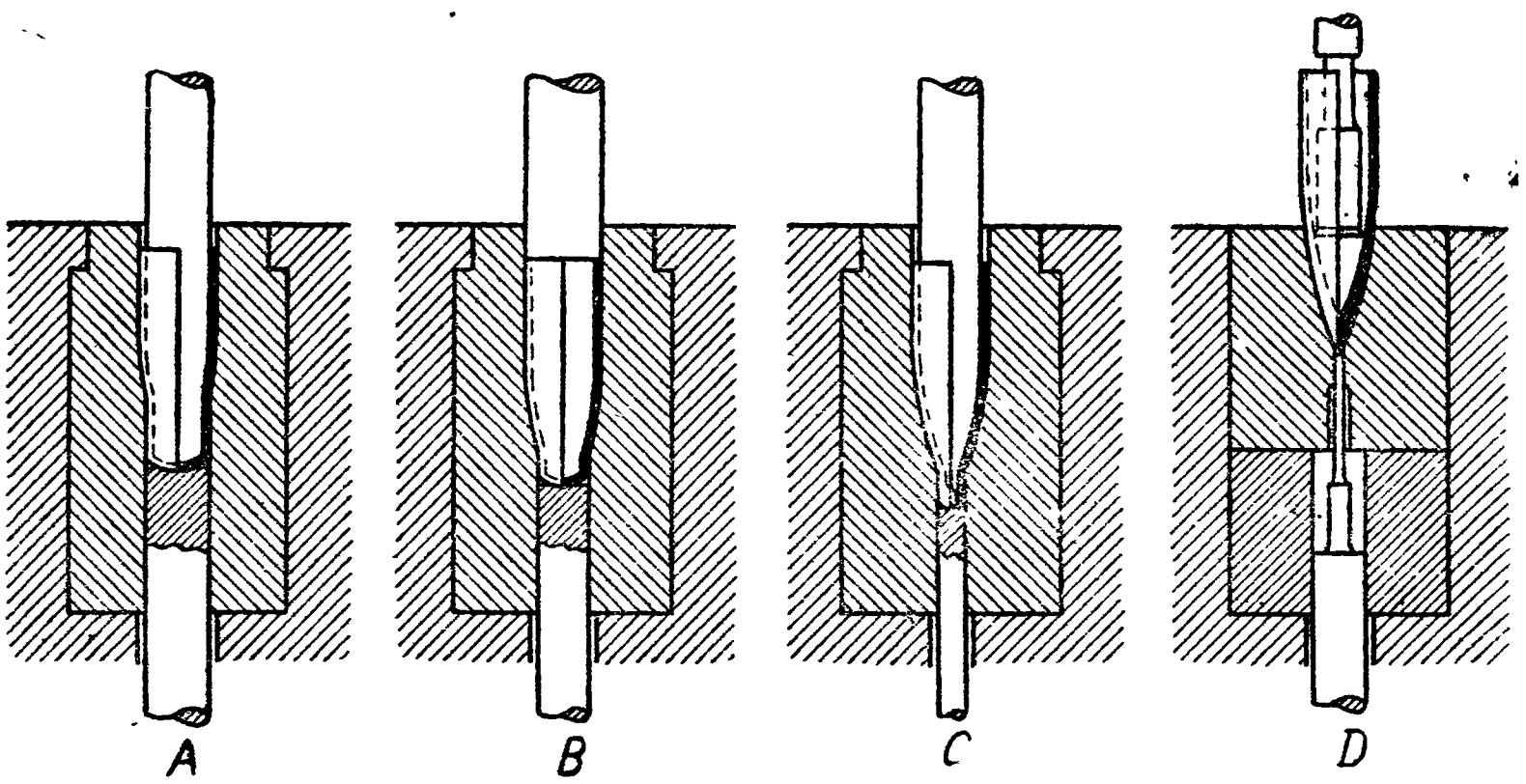
1. Дно под действием обжимного пуансона подвергается всестороннему равномерному растяжению.

2. Цилиндрическая часть оболочки работает в условиях линейного растяжения.

3. Оживальная часть испытывает сложную деформацию — изгиб, растяжение и, главное, тангенциальное напряжение сжатия.

Необходимая по чертежу форма оболочки может быть получена двумя способами.

Первый способ показан на фиг. 154. Как видно из фигуры, заготовка, имеющая форму колпачка, в процессе первичных операций *A*, *B*

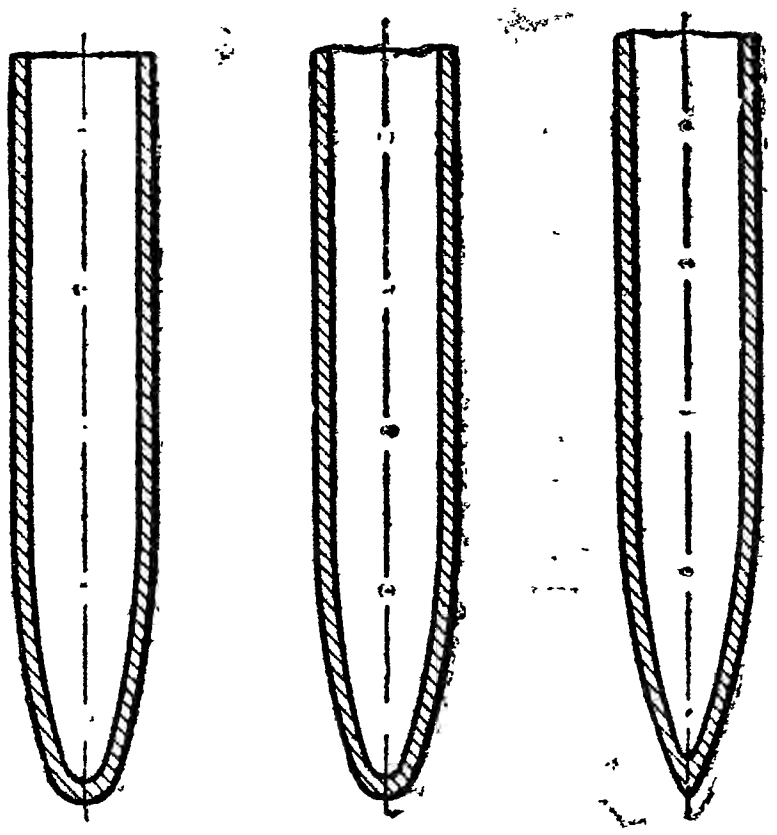


Фиг. 154. Схема обжима оболочки.

и *C* приобретает форму ступенчатого цилиндра. Сопряжение ступеней производится по радиусу.

Диаметр вершинки последовательно уменьшается на каждой операции. Последняя операция *D*, калибрующая форму вершины пули, производится в глухой матрице пуансоном, рабочая часть которого выполнена только на длине участка калибровки.

В процессе изготовления оболочки металл испытывает меняющиеся нагрузки сжатия и растяжения. Этот способ получения оболочек особо широко распространен на американских и немецких патронных заводах.



Фиг. 155. Схема обжима оболочки.

Последовательность получения оболочки по второму способу показана на фиг. 155. Из рассмотрения фигуры видно, что форма оболочки получается путем последовательного изменения боковой поверхности и дна без каких-либо уступов. Этот способ является основным на заводах СССР.

В последнее время проведен ряд работ по получению обжима оболочек на ротационно-ковочных машинах. Этот способ позволяет сократить технологический цикл и создать более благоприятные условия для течения материала. Окончательно установившегося технологического процесса еще нет, но первичные опыты предсказывают очевидную будущность этого способа.

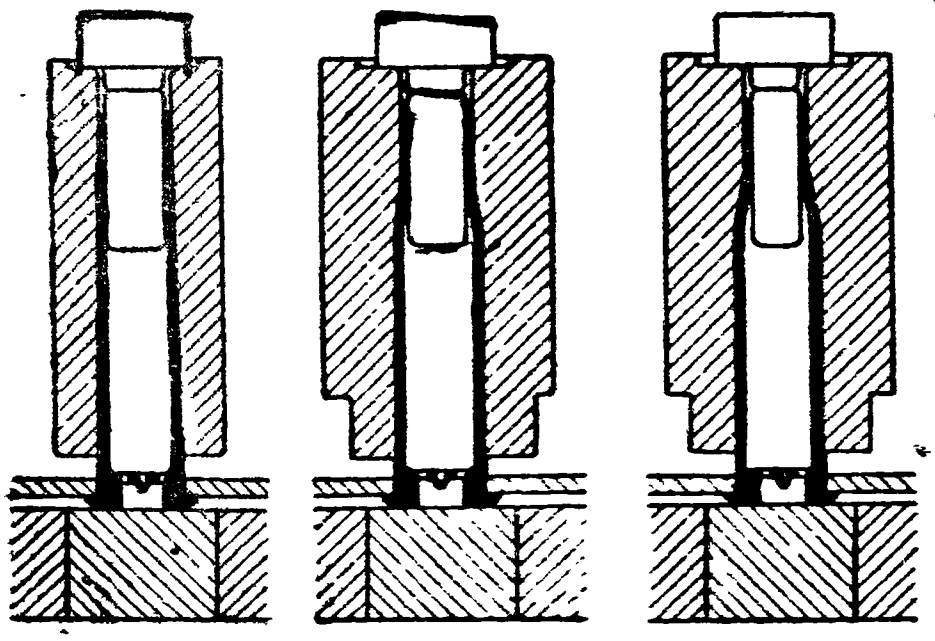
Знакомство с технологией обжима пульных оболочек позволяет перейти к определению потребных усилий для обжима.

Теоретических исследований по определению усилия для обжима пульных оболочек нет; ориентировочно усилие может быть определено по формуле:

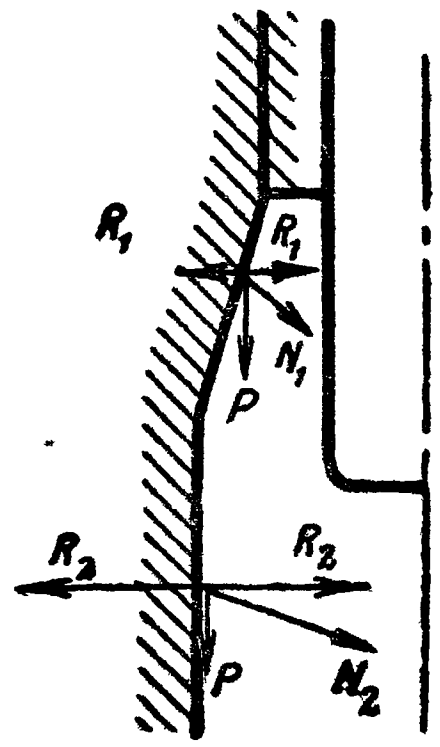
$$P = (F_1 - F_2)\, k_f (1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha),$$

где F_1 — кольцевая площадь заготовки, поступающей на обжим, *мм*²;
F_2 — кольцевая площадь в месте сопряжения радиуса оживала и вершинки, *мм*²;
μ — коэфициент трения, равный 0,3;
α — угол наклона рабочего профиля матрицы;
k_f — сопротивление деформации;
P — усилие обжима, *кг*.

При обжиме изделий со стороны открытого конца заготовки, что характерно для различного типа стаканчиков, пуль специального действия, трубчатых сердечников, гильз и т. д., последовательность различных стадий формообразования показана на фиг. 156.



Фиг. 156. Схема обжима гильз.



Фиг. 157. Схема действия сил при обжиме.

Под давлением движущейся матрицы или заготовки в матрицу металл верхней части, перемещаясь в радиальной плоскости, испытывает вместе с тем и сжатие параллельно оси. Переход цилиндрической части заготовки и конусной, что имеет место при изготовлении трубчатых сердечников, происходит постепенно, причем толщина стенок заготовки увеличивается по мере приближения ее к открытому концу, но так как увеличение толщины стенок ограничено стержнем, металл, обжимая стержень, увеличивает высоту.

Схема действия сил при обжиме показана на фиг. 157. В первый период, т. е. в момент движения матрицы на заготовку или заготовки в матрицу, развивается на стенках заготовки сила P, направленная параллельно оси. Сила P разлагается на силу R, действующую в радиальном направлении и прижимающую заготовку к матрице, и на силу N, направленную перпендикулярно к внутренней поверхности матрицы, действующей на металл заготовки. В первый период преобладающей является радиальная сила R, вызывающая течение материала с одновременным образованием утолщения стенок заготовки.

Второй период начинается в тот момент, когда металл, перемещаясь, приходит к соприкосновению с обжимным стержнем. Одновременно с этим в верхней обжимной части заготовки металл раздувается внутри вследствие воздействия матрицы, пуансона и сил трения. В течение третьего периода стенки заготовки дополнительно утолщаются, и открытый конец заготовки формируется окончательно.

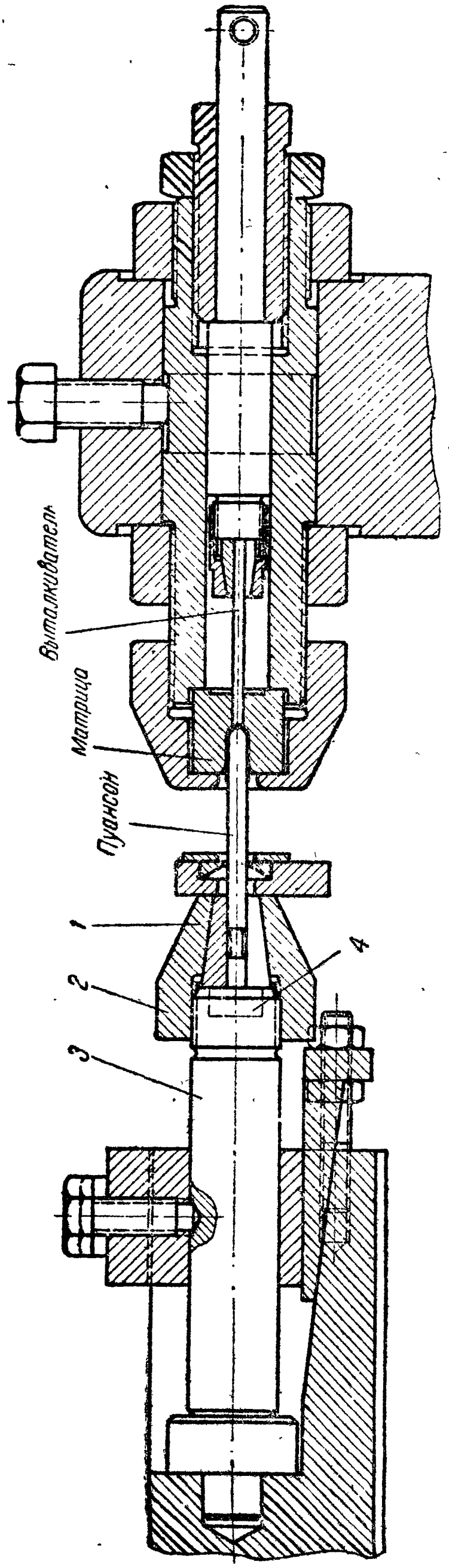
Аналогичные явления наблюдаются и при обжиме гильз. Так как форма образующей более сложная, переход от одной стадии к другой менее ярко выражен.

Заслуживает внимания работа инж. Пущина по определению усилия для обжима гильз.

§ 5. Инструмент для обжима

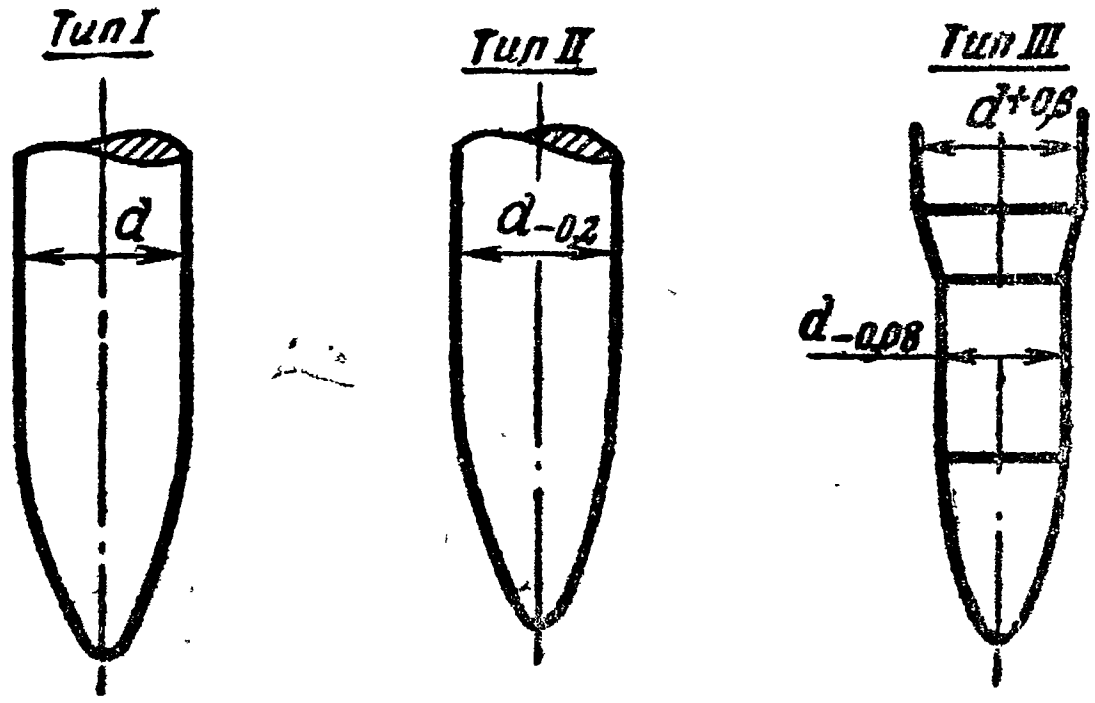
А. Инструмент для обжима пульных оболочек

Комплект инструмента для обжима пульных оболочек (фиг. 158) состоит из: а) обжимного пуансона *1*, б) обжимной матрицы *2*, в) выталкивателя *3*, г) приспособления для крепления пуансона, матрицы и выталкивателя *4*.



Фиг. 158. Схема установки инструмента обжима пули оболочек.

а) Обжимные пуансоны. Обжимной пуансон — это стержень, состоящий из трех частей: рабочей, шейки и головки для крепления. Рабочая часть обжимного пуансона имеет форму и размеры соответственно внутреннему профилю оболочки, шейка и головка для крепления — цилиндрические. Разновидностью обжимных пуансонов являются пуансоны для переобжима (исправления оболочек, имеющих острую вершину) и пуансоны для расправки оболочек, облегчающих монтаж специальных пуль. На фиг. 159 показаны обжимной пуансон для последнего обжима (тип *I*), пуансон для переобжима (тип *II*) и расправочный (тип *III*). Из сравнения пуансонов видно, что пуансон для переобжима имеет меньшие диаметральные размеры ожива, а расправочный — более полную цилиндрическую часть и короткую оживальную.



Фиг. 159. Рабочий конец обжимного пуансона.

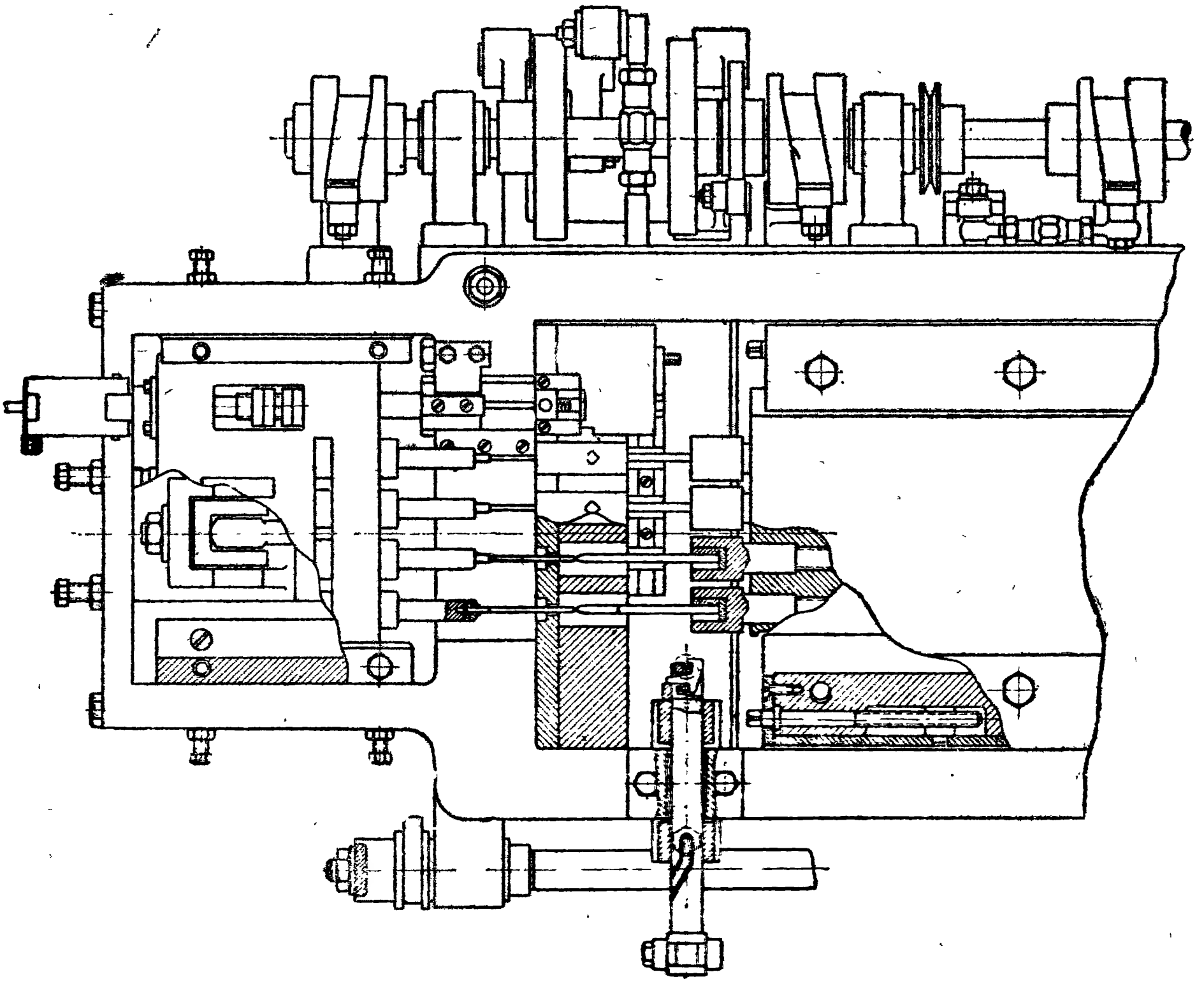
Крепление обжимных пуансонов на однопозиционных станках аналогично вытяжным. Пуансон вставляется в цангу, которая удерживается гайкой, навинчиваемой на стержень ползуна пресса. Хвостовик пуансона упирается в каленую шашку (см. фиг. 158).

Крепление на многопуансонных обжимных прессах показано на фиг. 160.

Материалом для обжимных пуансонов служит углеродистая инструментальная сталь марок У10А—У12А. Твердость после термообработки для:

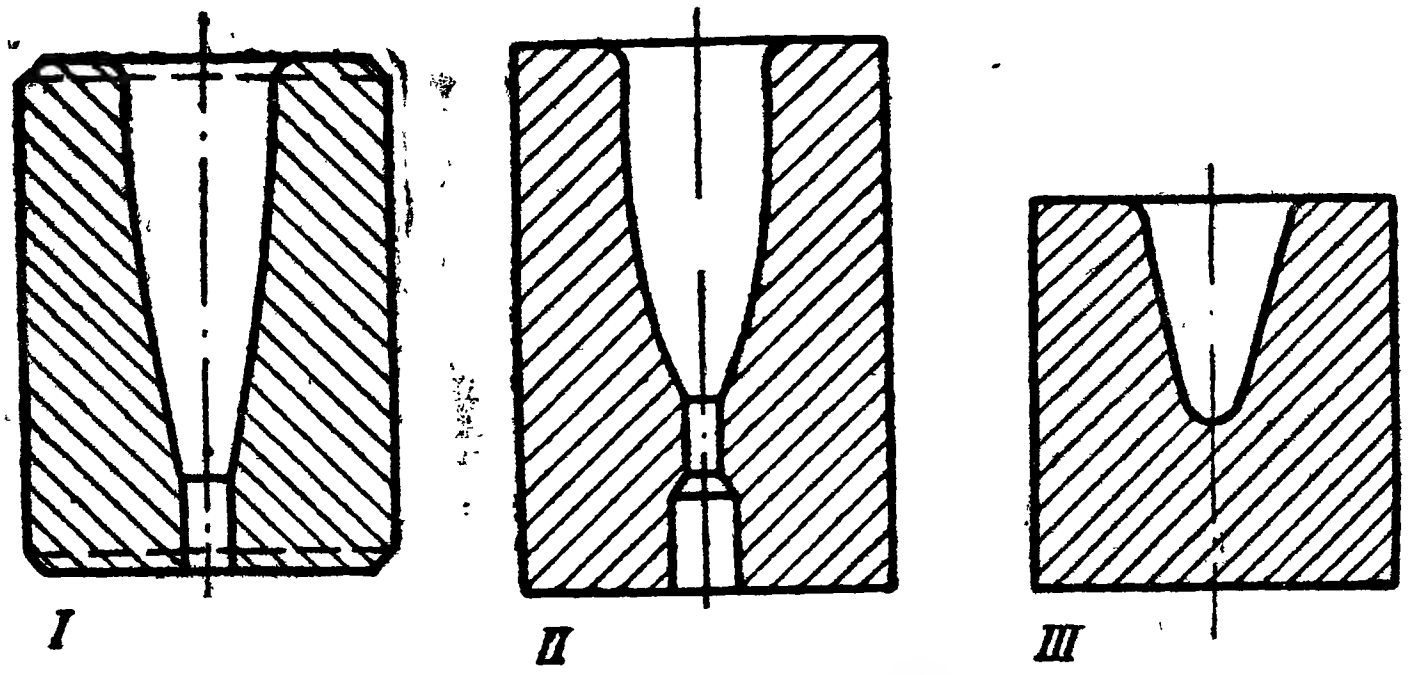
а) рабочей части $R_c = 56 \div 59$;
б) крепежной части $R_c = 46 \div 52$.

Для повышения сроков службы рабочую часть обжимных пуансонов хромируют. Толщина покрытия хромом — от 0,01 до 0,015 *мм*.



Фиг. 160. Крепление для многопуансонных прессов.

б) Выталкиватели. Выталкиватель применяется для удаления изделия, остающегося после обжима в матрице. Выталкиватель (фиг. 158) представляет собою стержень, в головке которого сделано углубление по форме носика оболочки. Крепление выталкивателя в основном определяется конструкцией станка.



Фиг. 161. Обжимные матрицы.

Выталкиватели изготовляются из калиброванной стали марок У10 или СТ45; выталкиватели из стали марки СТ45 подвергают цианированию. Твердость выталкивателя после термообработки должна быть в пределах $R_c = 55 \div 58$.

в) Обжимные матрицы показаны на фиг. 161. Типы *I* и *II* применяются для обжима, а тип *III* — для переобжима и расправки оболочки.

Внутренняя поверхность матриц первых двух типов состоит из двух частей: рабочей, выполненной по форме оболочки, и направляющей части под выталкиватель. Направляющая под выталкиватель бывает гладкой и ступенчатой; гладкой — при условии применения выталкивателя диаметром больше 3 *мм*, а ступенчатой — при диаметре меньше 3 *мм*. Если выталкивателя нельзя применить, то в целях обеспечения закалки и обработки делают ступенчатое сверление. Отверстие, сопрягаемое с рабочей частью, в этом случае не более 0,8 *мм*. Крепление обжимных матриц ясно из фиг. 158. Материалом для обжимных матриц служит углеродистая инструментальная сталь марки У12А. Твердость рабочей части термообработки $R_C = 59 \div 62$.

Для повышения сроков службы рабочую часть матриц следует хромировать. Толщина слоя хрома — от 0,005—0,01 *мм*.

Б. Инструмент для обжима гильз

Комплект инструмента для обжима гильз зависит от характера применяемого оборудования. На вертикальных многопозиционных станках он состоит из двух расправочных стержней, комплекта обжимных матриц, обжимных стержней и деталей для крепления рабочего инструмента. Однопозиционные станки имеют обжимную матрицу, стержень-выталкиватель и детали крепления инструмента.

а) Расправочные стержни подготовляют гильзу под обжим, т. е. устраняют возможные на боковой поверхности гильзы вмятины, полученные в момент транспортировки или подачи на станок, и калибруют дульцевую часть гильзы после обжима.

Форма и способы крепления расправочных стержней весьма разнообразны (фиг. 162) и в основном предопределяются парком оборудования.

Обязательными условиями крепления являются:

1) простая конструкция втулки крепления стержня;

2) наличие самоцентрирования втулки по отношению к обжимаемому изделию;

3) надежность крепления стержня во втулке.

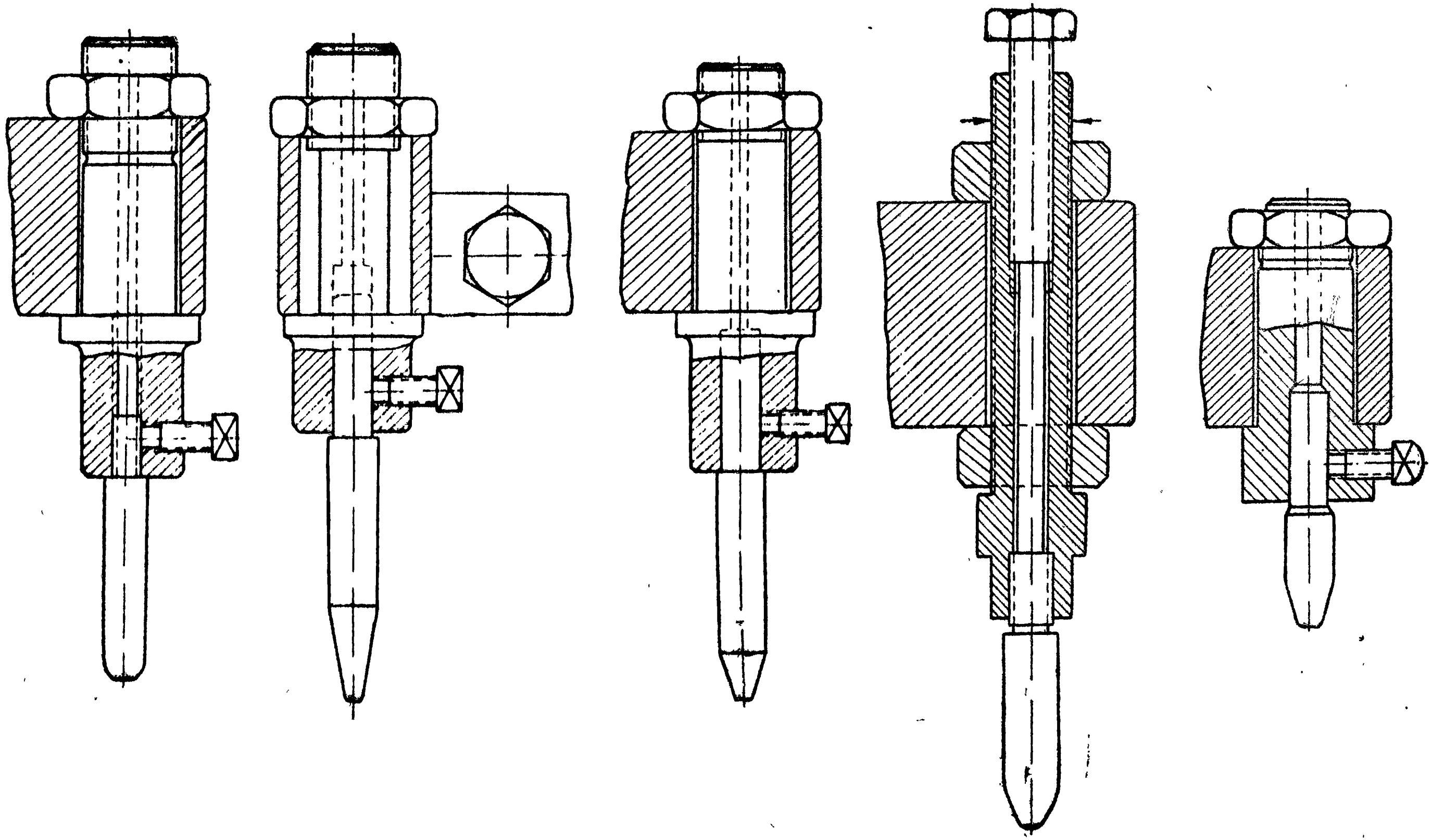
Материалом для изготовления стержней служит углеродистая инструментальная сталь марок У8, У10. Твердость рабочей части после термообработки $R_C = 60 \div 64$.

Так как стержни работают только на истирание, их следует хромировать. Толщина слоя хрома 0,02 *мм*.

б) Обжимные стержни. Обжимной стержень препятствует образованию складок на дульцевой части и обеспечивает получение требуемых размеров по внутреннему диаметру дульца.

Обжим гильзы может быть произведен и без обжимного стержня, но это, как правило, приводит к увеличению брака по складкам в случае значительного обжатия, что подтверждается сопоставлением следующих опытных данных, полученных для винтовочных стальных гильз.

Условия работы	Процент брака по складкам
Обжим без стержня	10—12
„ со стержнем	3—4

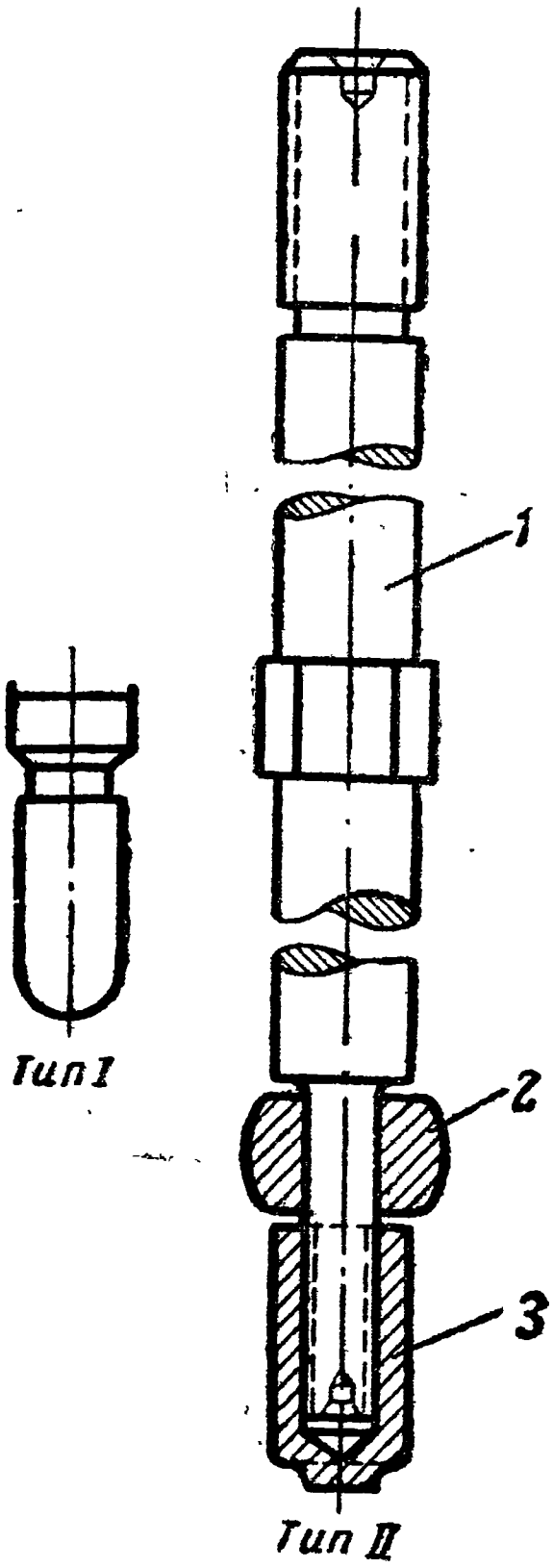


Фиг. 162. Крепление расправочных стержней.

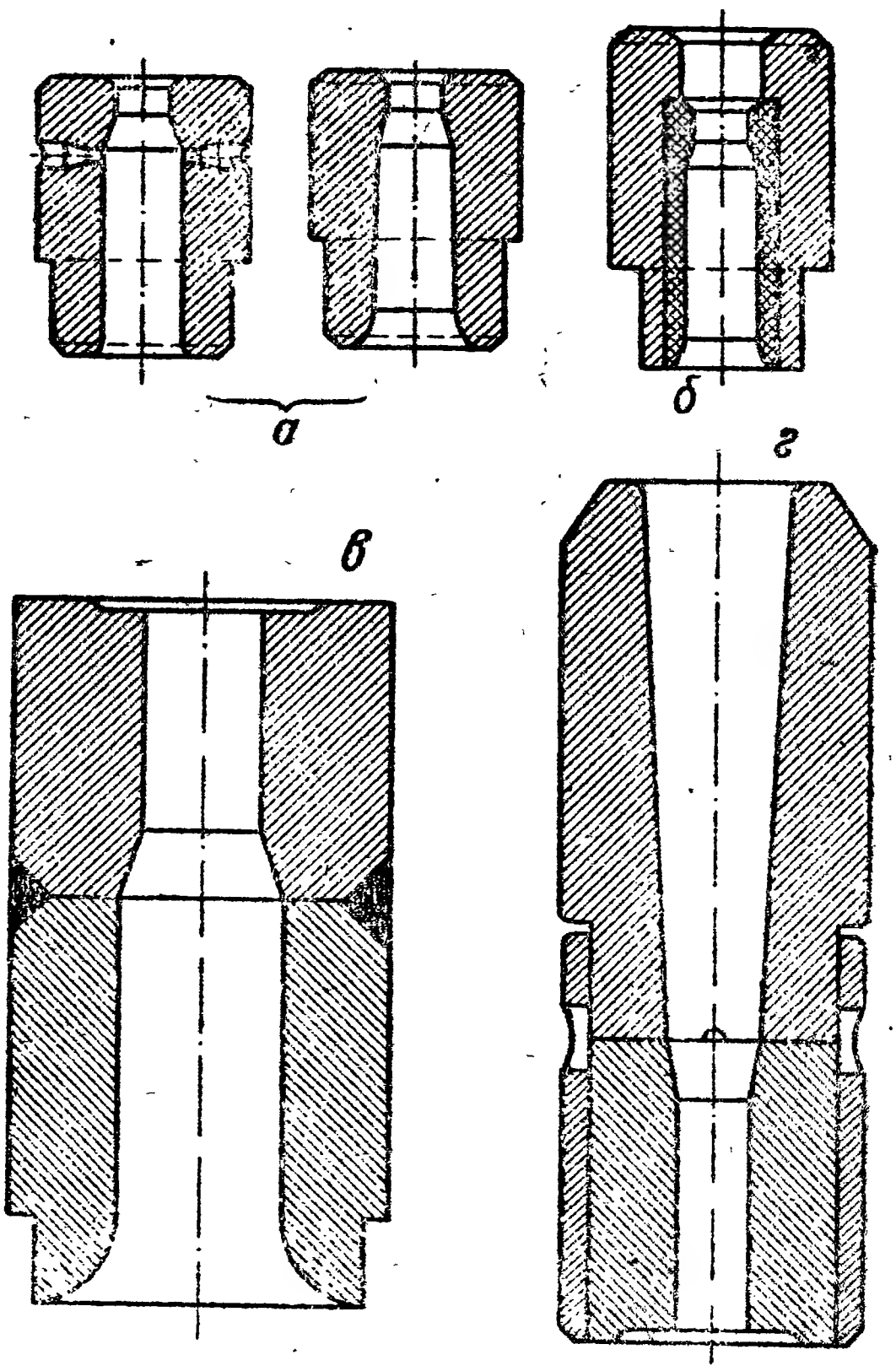
Получение внутреннего размера дульцевой части по чертежу при отсутствии обжимного стержня затруднено и нарушение внутреннего размера в дульцевой части является причиной подсадки ската при снаряжении, что приводит не только к излишним затратам по исправлению патронов, но и к окончательному браку. Ниже приводятся цифры, показывающие рост процента не входящих в камору пистолетных патронов вследствие изменения чертежного размера дульца.

Изменение размера дульца, *мм*	7,73	7,72	7,71	7,70
Процент пистолетных патронов, не входящих в камору	25	32	50	70

На фиг. 163 показаны два типа обжимных стержней. Тип *I* применяется для эксплоатации многопозиционных вертикальных прессов, а



Фиг. 163. Обжимные стержни.



Фиг. 164. Обжимные матрицы:
а—цельная матрица; *б*—матрица с вкладышем; *в*—сварная матрица; *г*—составная матрица.

тип *II* — для однопозиционных горизонтальных прессов. Как показано на фигуре, обжимные стержни типа *I* имеют цилиндрическую рабочую часть и головку. В матрицу они вставляются свободно, т. е. имеют плавающее крепление. Тип *II* имеет более сложное устройство и состоит из стержня *1*, гайки *3* и собственно обжимного стержня (втулки) *2*.

Материалом для обжимных стержней и втулок служит инструментальная сталь марки У10 или У12.

Твердость после термообработки для: стержней R_c=60—64, втулок R_c =60—62.

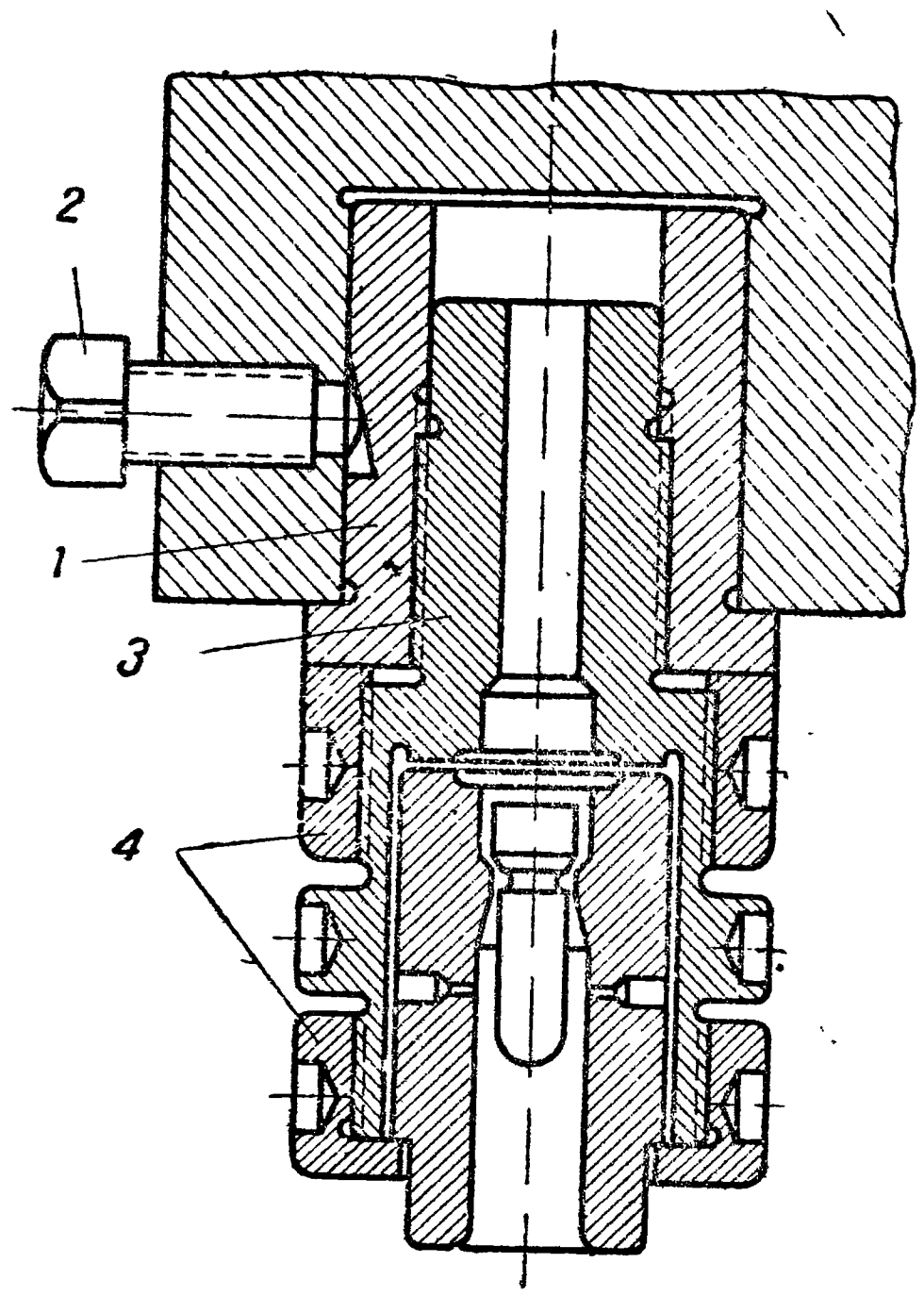
Как стержни, так и втулки следует хромировать. Толщина слоя хрома 0,02—0,03 *мм*.

в) Обжимные матрицы. Конфигурация и габаритные размеры обжимных матриц независимо от числа обжимов одинаковы. Обжимная матрица по внешнему виду представляет, как это и видно на фиг. 164, ступенчатый цилиндр. Рабочие части их различаются по размерам; каждая матрица состоит из заходного, корпусного, скатного и дульцевого участков. Износ отдельных участков матрицы и в различных матрицах неодинаков.

Сложная конфигурация рабочей части матрицы создает трудности в изготовлении, а неравномерный износ рабочей части матрицы вызывает преждевременный выход ее из строя вследствие потери одного из размеров.

В настоящее время на патронных заводах изготовляют обжимные матрицы с победитовым вкладышем (фиг. 164, *б*). Это позволяет увеличить стойкость матрицы, но в то же время повышает стоимость изготовления. Применяют также составные матрицы (фиг. 164, *в, г*), т. е. матрицы, составленные из ряда колец, соединенных между собой сваркой или кольцом.

В составных матрицах наиболее изнашиваемые участки изготовляются из твердых сплавов.

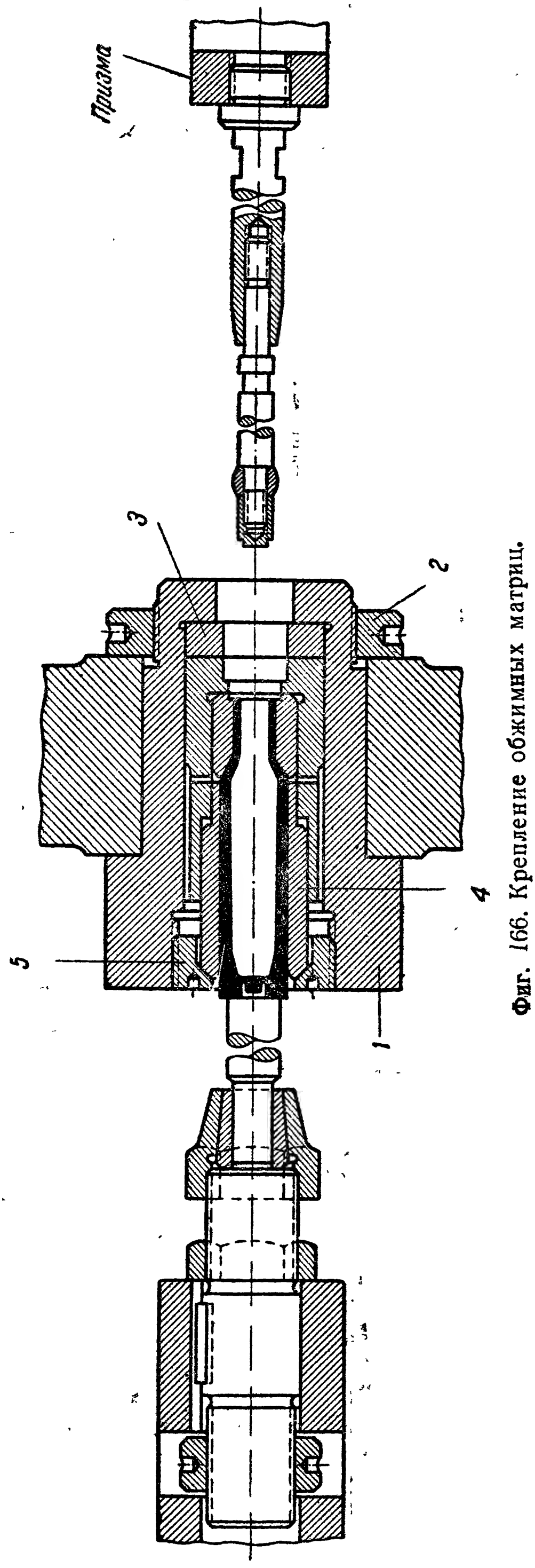


Фиг. 165. Крепление обжимных матриц.

Рабочая часть обжимных матриц имеет еще ряд деталей. В верхней части матриц, устанавливаемых на многопозиционных станках, сделана выточка для уменьшения поверхности шлифовки; независимо от конструкции пресса на боковой поверхности обжимных матриц, предназначенных для последнего обжима, а иногда и предпоследнего, сверлятся отверстия для удаления воздуха, остающегося между полуфабрикатом и рабочей поверхностью матрицы. Отсутствие на гильзах каналов для отвода воздуха может вызвать появление внутренних выпучиваний на скате; такие гильзы бракуются.

Крепление обжимных матриц в первую очередь зависит от типа пресса. На фиг. 165 показана конструкция устройства для крепления обжимных матриц на многопозиционном прессе, а на фиг. 166 — тип крепления на однопозиционном горизонтальном прессе. Как видно на фиг. 165, в ползун пресса вставлена втулка *1*, имеющая на боковой поверхности лыску для крепления болтом *2*. Во втулку вставлен штуцер *3*, в расточке которого и помещается обжимная матрица. Матрицы удерживаются гайкой, навинчиваемой на резьбу штуцера. Положение матрицы по высоте регулируют гайками *4* и штуцером *3*, при этом закрепление матрицы не нарушается.

Следует обратить внимание на некоторые особенности рассматриваемого крепления, т. е. на самоцентрирование обжимных матриц относительно полуфабриката, достигаемое посредством нежесткого их крепления в штуцере (диаметральный зазор берется около 0,5 *мм*). Необходимость такого способа крепления объясняется неточностью подачи полуфабриката транспортирующим механизмом станка. Второй особенностью является правильное направление матрицы, т. е. перпендикулярность ее к плоскости ползуна вследствие наличия значительной опорной поверхности у гайки, регулирующей положение матрицы по высоте, и направляющего цилиндра на хвостовой части штуцера.



Фиг. 166. Крепление обжимных матриц.

Крепление обжимных матриц на однопозиционном прессе (фиг. 166) состоит из корпуса *1*, вставленного в станину пресса и удерживаемого гайкой *2*. Внутри корпуса сделана расточка по размерам матрицы, куда и вставляют кольцо *3* для регулировки положения матрицы *4*; все это стягивается гайкой *5*. Крепление заталкивателя и выталкивателя понятно из фигуры.

Второй тип крепления в принципе аналогичен только что рассмотренному, но имеет еще одну деталь — выталкиватель, крепление которого понятно из рисунка.

г) Пуансон-заталкиватель. Этот вид инструмента применяется только на однопозиционных горизонтальных прессах. Пуансон представляет собой обычный гладкий стержень, закрепленный в цанге. Материалом служит обычная инструментальная сталь марки У10 или У12.

§ 6. Проектирование обжимного инструмента

А. Инструмент для гильз

а) Обжимные матрицы. Проектирование комплекта обжимных матриц следует начинать с последней матрицы.

Исходными данными для выбора размеров рабочей части, а следовательно, и профиля являются:

Наружный профиль готовой гильзы по средним размерам.

1. Величины распружинивания по выходе обжатого изделия из матрицы.

2. Точность изготовления обжимных матриц.

3. Способ установки гильз в момент производства операции обжима и способ выталкивания после обжима.

4. Профиль матрицы прессовки для гильз, обтачиваемых по контуру.

Наиболее удобным способом проектирования следует считать графоаналитический.

Прежде чем перейти к изложению способа построения профиля последней обжимной матрицы, укажем величины распружинивания обжатой гильзы при выходе из матрицы (табл. 79).

Таблица 79

Величины распружинивания при обжиме гильз
(K_1, K_2, K_3 и K_4)

Участок гильзы и толщина, *мм*	Величина распружинивания:	
	латунь	биметалл и сталь
Дульце		
$T = 0{,}2—0{,}5$	$K_1 = (0{,}006—0{,}007)\ D_n$	$K_1 = (0{,}007—0{,}008)\ D_n$
$T = 0{,}5—1{,}0$	$K_1 = (0{,}005—0{,}006)\ D_n$	$K_1 = (0{,}006—0{,}007)\ D_n$
Скат		
$T = 0{,}5—1{,}0$	$K_2 = 0{,}004\ D_n$	$K_2 = 0{,}0045\ D_n$
$T = 1{,}0—2$	$K_2 = 0{,}003\ D_n$	$K_2 = 0{,}004\ D_n$
Средняя часть корпуса		
$T = 1{,}0—2$	$K_3 = 0{,}0025\ D_n$	$K_3 = 0{,}0025\ D_n$
$T = 2—3$	$K_3 = 0{,}0025\ D_n$	$K_3 = 0{,}0025\ D_n$
Низ гильзы		
$T = 1{,}0—2{,}0$	$K_4 = 0{,}0015\ D_n$	$K_4 = 0{,}0015 D_n$
$T = 2—4$	$K_4 = 0{,}0008\ D_n$	$K_4 = 0{,}0008 D_n$

Величины распружинивания зависят от ряда факторов:

1. Величины обжатия или, что то же, механических характеристик обжимаемого изделия — чем выше сопротивление разрыву, тем больше распружинивание.

2. Толщины стенок у обжимаемого изделия — чем тоньше стенки, тем больше распружинивание.

Кроме того, необходимо учитывать положение участка гильзы, для которого определяется распружинивание. Чем ближе этот участок к открытому концу, тем больше распружинивание.

При проектировании профиля обжимной матрицы обычно в средней части ее или, точнее, несколько выше линии оттенка отжига дульца следует предусмотреть перелом. Перелом необходим для устранения выпучивания неотожженной части корпуса обжимаемой гильзы, так как на обжим поступают детали с различными механическими качествами,

а следовательно, имеют различную степень остаточной деформации. Определение промежуточных диаметров по длине корпуса гильзы необходимо для контроля — правильности изготовления обжимной матрицы в процессе шлифовки во избежание бочкообразной формы гильзы (с этой же целью на скате также указывают промежуточный размер).

Для построения профиля обжимной матрицы и согласования ее с размерами гильзы берут несколько необычные масштабы, откладывая по абсциссам длины в масштабе 1 : 1; 2 : 1 или 5 : 1, а на ординатах — диаметры в масштабе 10 : 1; 20 : 1 или 40 : 1.

Фиг. 167. Графическое построение обжимных матриц.

Вначале вычерчивается профиль гильзовой каморы (фиг. 167), затем готовой гильзы по средним ее размерам и наносится граница, до которой может быть опущена обжимная матрица или изделие углублено в матрицу. В тех случаях, когда гильза имеет выступ на корпусе, что имеет место в гильзах для авиапушек, необходимо на чертеж в выбранном масштабе нанести профиль прессовочной матрицы. Границу заходной части отделяют; размеры ее для последней обжимной матрицы в зависимости от диаметра гильзы берут по следующим данным:

Диаметр по корпусу, *мм*	До 10	10—15	15—25
Величина заходной части *h*, *мм*	0,4 / 1,5	0,7 / 2,5	1,2 / 3,5

Примечание. В числителе даны значения для шляпных гильз, а в знаменателе — для бесшляпных.

Диаметры, длины и углы на наиболее ответственных участках определяют по формулам табл. 80.

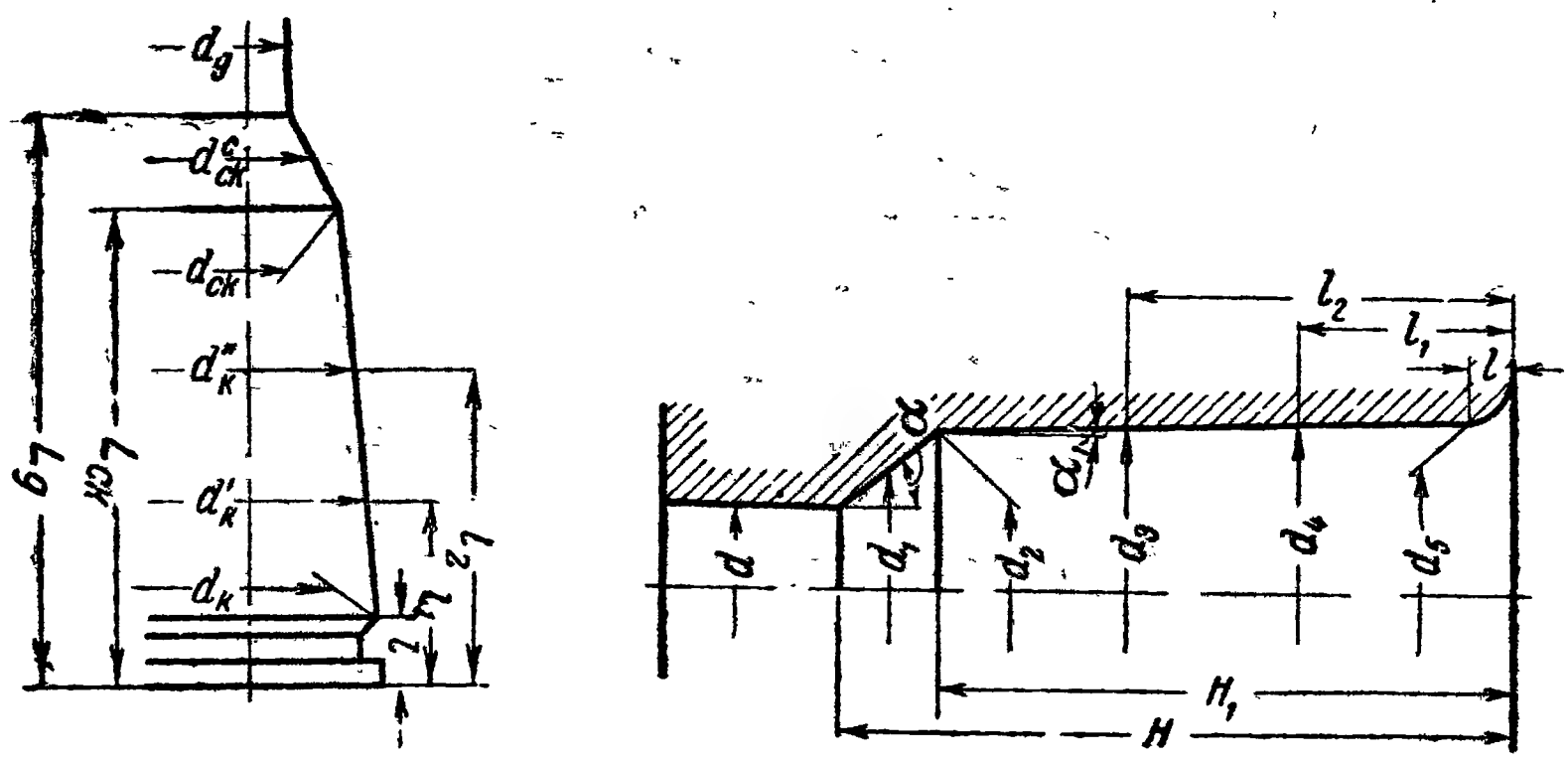
Полученные расчетом значения наносят на чертеж, по которому устанавливают правильность расчетных величин. В случае необходимости расчетные величины корректируются графически.

По профилям последней обжимной матрицы, размерам заготовки, поступающей на обжим, расчету числа обжимов и размерам по дульцу на промежуточных обжимах рассчитывают и строят профили всех матриц.

При определении размеров промежуточных обжимных матриц следует руководствоваться следующими правилами.

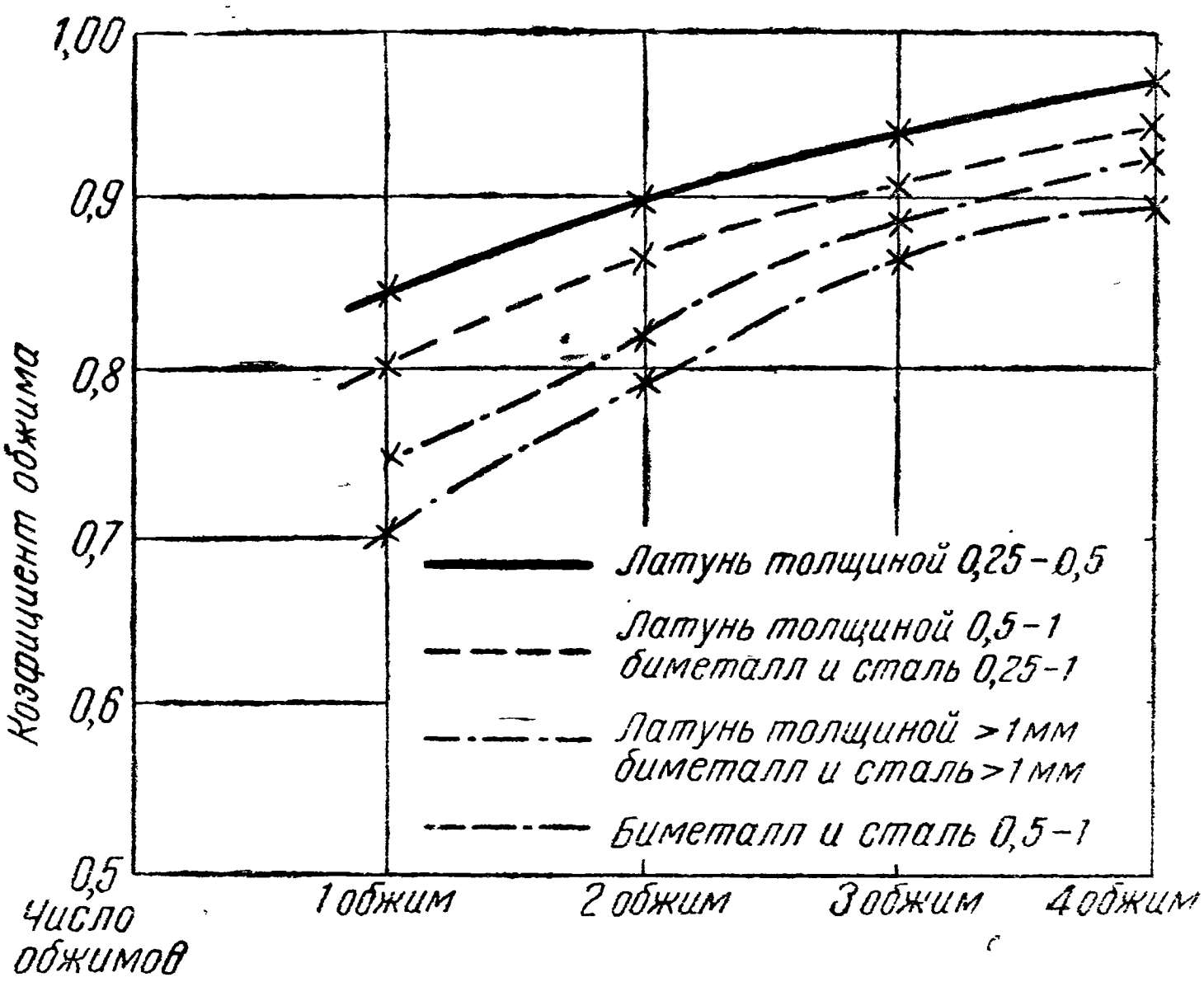
1. Диаметр дульцевой части зависит от принятой величины обжатия, которая в свою очередь зависит от качества металла гильзы и толщины

Формулы для расчета профиля последней обжимной гильзовой матрицы



Определяемая величина, *мм*	Обозначения	Формула
Диаметры по корпусу на расстоянии l	d_5	$d_к \div d_к K_4$
Диаметры по корпусу на расстоянии l_1	d_4	$d'_к \div d'_к K_3$
Диаметры по корпусу на расстоянии l_2	d_3	$d''_к \div d''_к K_3$
Диаметр по корпусу в начале ската	d_2	$d_{ск} \div d_{ск} K_2$
Диаметр по корпусу в середине ската	d_1	$d^c_{ск} \div d^c_{ск} K_2$
Диаметр по дульцу	d	$d_д \div d_д K_1$
Высоты расположения диаметров:		
а) по корпусу в нижней части	l	h
б) промежуточные по корпусу	l_1 l_2	} конструктивно
в) в начале ската	H_1	$L_{ск}\beta_1$; $\beta_1 = 0{,}999$
г) в конце ската	H	$L_д\beta$; $\beta = 0{,}998$
Угол ската	α	$\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{d_2 - d}{2(H - H_1)}$
Угол по корпусу	α_1	$\operatorname{tg}\alpha_1 = \dfrac{d_5 - d_2}{2(H_1 - h)}$

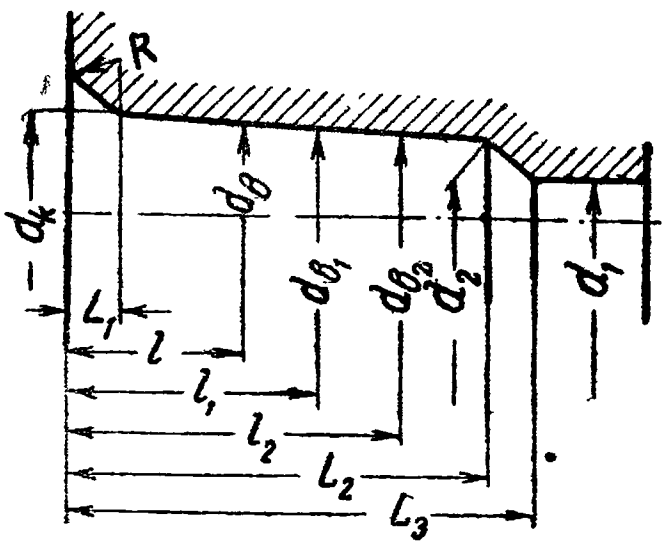
стенок. Операционные величины обжатия дульца определяют по графику фиг. 168 или табл. 81.



Фиг. 168. График обжатий.

Таблица 81

Формулы для расчета рабочей части промежуточных обжимных гильзовых матриц



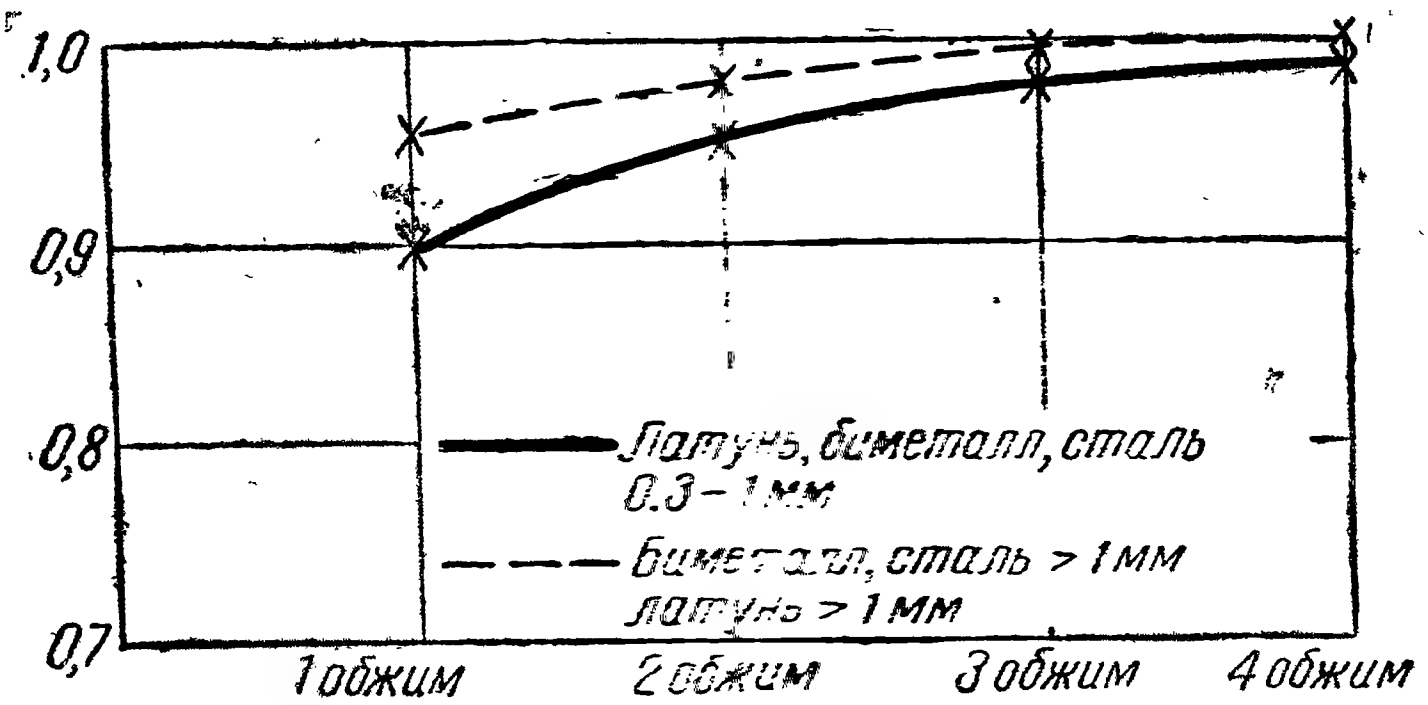
Определяемая величина	Обозначения	Формула	
		первый обжим	промежуточный
Диаметр по корпусу в нижней части для первого обжима	$d_к$	$D_з$, $m_1^к$, $K_к$	d_m, $m_1^к$, $K_к$
Диаметр по корпусу:			
на расстоянии l	d_e	$D_з \cdot \frac{m_1^к + m_1^{ск}}{2} \cdot K_к$	$D_з \cdot \frac{m_m^к + m_к^{ск}}{2} K_к$
на расстоянии l_1		$D_з \cdot \frac{m_1^к + m_1^{ск}}{2}$	$D_з \cdot \frac{m_m^к + m_m^{ск}}{2}$
на расстоянии l_2			

Продолжение

Определяемая величина	Обозначения	Формула	
		первый обжим	промежуточный
Диаметр по дульцу	d_1	$D_з \cdot m_1 \cdot K_д$	d_{m-1}, m_m, $K_д$
Диаметр по скату	d_2	$D_з \cdot m_1^{ск} \cdot K_{ск}$	d_{m-1}, $m_m^{ск}$, $K_{ск}$
Высота диаметров:			
а) по корпусу в нижней части (первый обжим)	L_1	R; 5÷7	$\frac{R_m}{2,5}$
в) в начале ската	L_2	$\frac{L}{1,02}$	$\frac{L_m}{1,01}$
г) в конце ската	L_3	$\frac{L}{1,01}$	$\frac{L}{1,008}$
Угол ската	α_1	$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d_2 - d_1}{2(L_3 - L_2)}$	$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d_{m-1} - d_m}{2(L_{m3} - L_{m2})}$
Угол по корпусу	α_2	$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{d_к - d_2}{2(L_1 - L_2)}$	$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{d_{км} - d_{em}}{2(L_m - L_{em})}$

Индекс m указывает номер обжимной операции.
Значения $m_к$, $m_{ск}$, m определяют по табл. 78 и графикам фиг. 168, 169;
$K_к$, $K_{ск}$, $K_д$ — коэфициенты распружинивания.

2. Диаметр по скату зависит от числа обжимов и определяется в процессе первого обжима; на остальных операциях он калибруется. Операционные величины обжатия по скату определяют по фиг. 169.



Фиг. 169. График обжатий.

3. Диаметры по корпусу в основном определяются первым обжимом и на последующих только калибруются.

4. Необходимо стремиться на всех обжимных матрицах сохранить постоянный угол ската, допуская колебания угла ±1,50°.

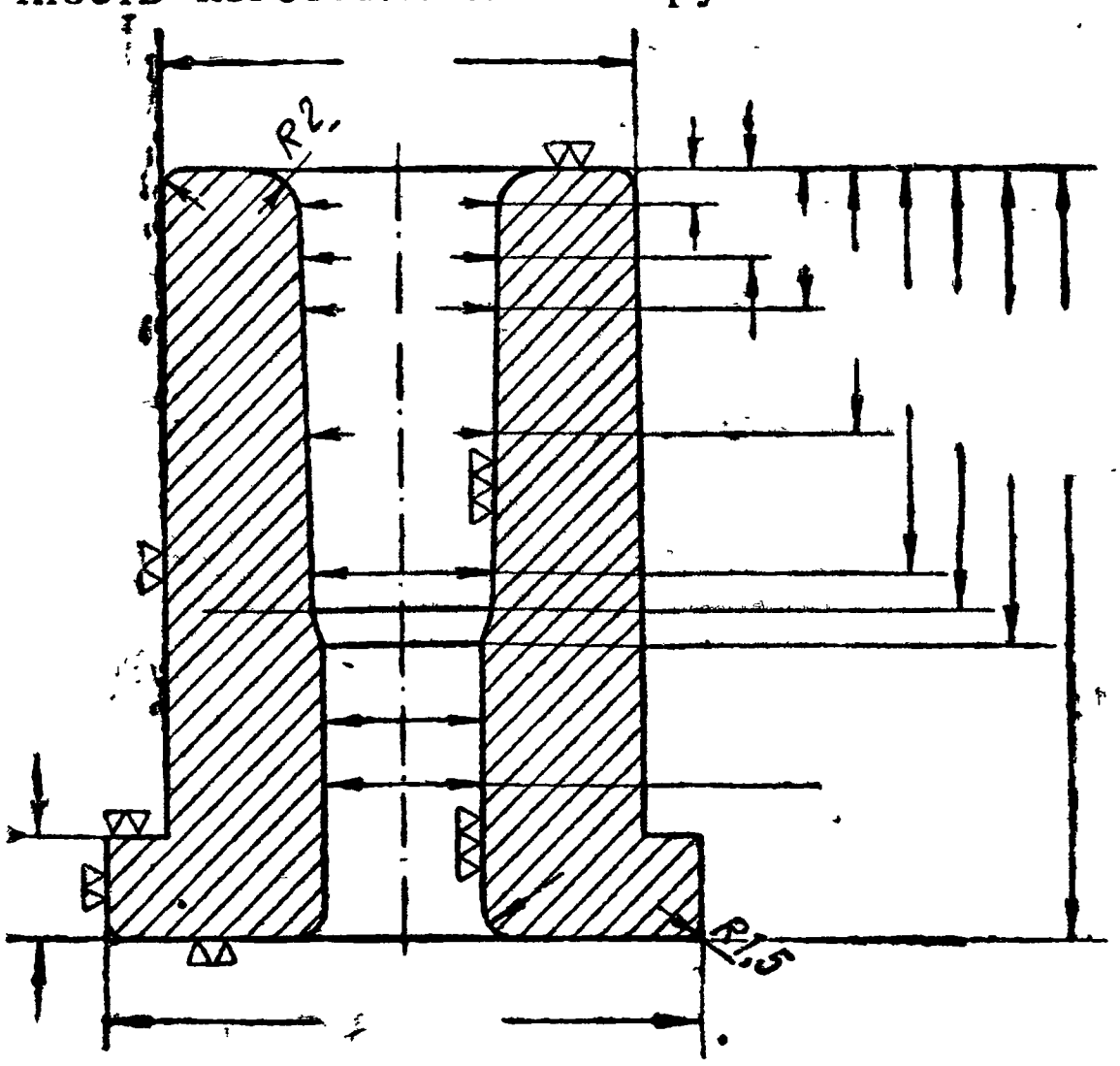
5. Расчетные диаметры на чертеже матрицы следует располагать по чертежу гильзы, причем расстояние от фланца нужно увеличивать в зависимости от числа обжимов.

Формулы, необходимые для расчета размеров промежуточных обжимных матриц, приводятся в табл. 81.

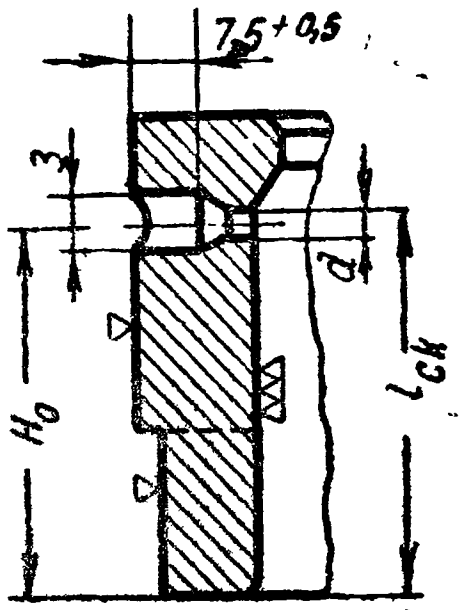
Величины, рассчитанные по формулам табл. 81, наносят на график матрицы последнего обжима (фиг. 167), где окончательно и кор-

ректируют. Очевидно, что размеры полуфабриката и инструмента не совпадают в силу распружинивания по выходе изделия из инструмента.

Не менее важное значение имеет правильная расстановка размеров инструмента. На фиг. 170 показан порядок расстановки размеров. Точность изготовления инструмента по диаметру соответствует A_2, но



Фиг. 170. Нанесение размеров на обжимной матрице.



Фиг. 171. Форма отверстия для воздуха.

по расстояниям между диаметрами точность выполнения изделия соответствует C_4.

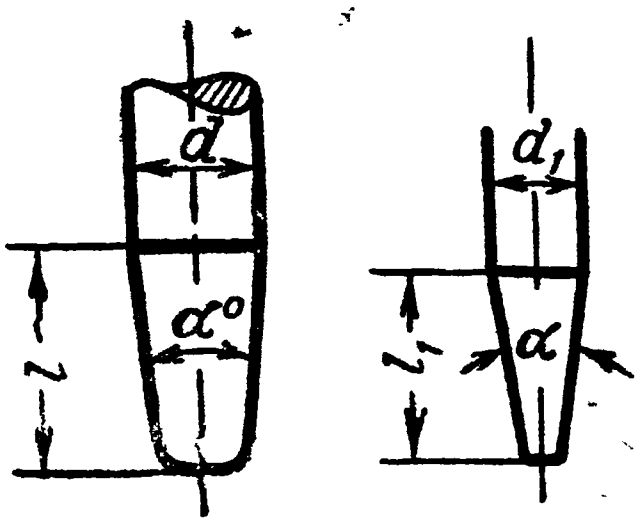
Прежде чем перейти к обоснованию выбора габаритных размеров обжимных гильзовых матриц, необходимо установить положение и размеры отверстия для выхода воздуха. Отверстие необходимо делать только в тех случаях, когда гильза обжимается в несколько операций, причем отверстия делаются на всех матрицах в точке перехода ската в корпус за исключением первой.

Форма отверстия и размеры показаны на фиг. 171. Число отверстий — три и четыре.

Габаритные размеры обжимных гильзовых матриц зависят от:

1) размера гильзы,
2) способа установки в станке,
3) материала для матрицы,
4) возможности переделки матриц.

В табл. 82 приведен ряд практических зависимостей по определению габаритных размеров обжимных матриц.



Фиг. 172. Расправочные стержни.

б) Расправочные стержни (фиг. 172). Длина стержней определяется из условий крепления, а размеры рабочей части, диаметр и угол конуса рассчитывают по формулам для:

предварительного расправочного стержня

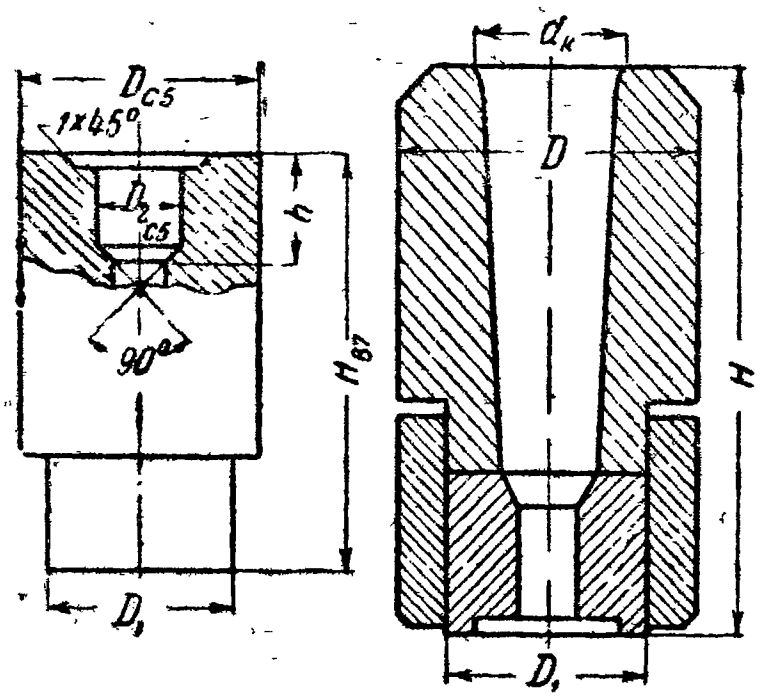
$$l = 12—15,$$

$$d = d_{пф} — (0{,}12—0{,}15);$$

$$\alpha = 30°;$$

Таблица 82

Габаритные размеры гильзовых обжимных матриц



Определяемая величина	Обозначения	Формулы	
		тип I	тип II
Диаметр матрицы	D	$(2{,}5 \div 3) d_{пф}$	$(2{,}5 \div 3)\, d_к$
Высота матрицы	H	L_2	$(1{,}20 \div 1{,}25)\, L_2$
Диаметр заточки	D	$(0{,}85 \div 0{,}9)\, D$	$(0{,}82 \div 0{,}85)\, D$
Диаметр расточки под головку стержня	D_2	$1{,}5 \cdot d_д$	—
Глубина расточки	h	7,5÷8;0 *мм*	—

Примечание. При выборе диаметра обжимной матрицы рекомендуется учитывать возможность переделки инструмента после износа рабочей части на другую номенклатуру.

окончательного расправочного стержня

$$d_1 = d_д - 0{,}05;$$

$$\alpha_1 = 30°;$$

$$l_1 = 12 - 15 \text{ мм},$$

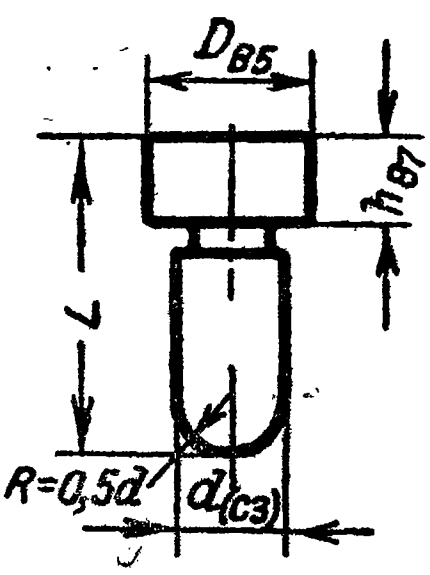
где $d_{пф}$ — диаметр пуансона последней прессовки в верхней части;
$d_д$ — диаметр дульцевой части готовой гильзы.

в) Обжимные стержни (фиг. 173). Размеры обжимных стержней зависят от размера дульцевой части гильзы и определяются по формуле:

$$d = d_д - 0{,}04,$$

где $d_д$ — внутренний диаметр по дульцу обжимаемой заготовки.

Остальные размеры выбираются конструктивно. Точность изготовления стержней приведена на фиг. 173.



Фиг. 173. Обжимные стержни.

Б. Инструмент для пульных оболочек

Проектирование комплекта обжимного инструмента для пульных оболочек следует начинать с последнего обжима.

Собственно проектированию инструмента предшествуют подбор и изучение исходных данных, к которым относятся:

1. Чертеж заготовки, т. е. последней вытяжки оболочки, позволяющей построить профиль инструмента первого обжима.

2. Чертеж пули или если есть, то чертеж оболочки, по которому можно разработать инструмент и предусмотреть условия, необходимые для получения монтажа хорошего качества.

3. Расчет числа операций и ориентировочные размерные характеристики по каждой операции, которые являются исходными данными при проектировании инструментов для промежуточных обжимов.

Знание механических характеристик металла обжимаемых оболочек крайне необходимо для технолога, так как последними определяются величины распружинивания, допустимая нагрузка при обжиме и т. д.

Особое внимание технологов должно быть обращено на соответствие чертежа пули и оболочки, потому что конструкторы патронов иногда не учитывают особенностей изготовления оболочки и монтажа пуль, указывают одинаковые размеры пули и оболочки и этим самым допускают ошибку.

Как уже указывалось, чертеж оболочки составляется на основании чертежа пули.

Наружный диаметр оболочки d определяется в зависимости от типа пуль по формулам:

для пуль простого действия

$$d = d_1^{max} + \Delta;$$

для пуль специального действия

$$d = d_{max} + \frac{\Delta}{2},$$

где d_1^{max} — диаметр пули по чертежу с учетом допуска;

Δ — допуск на пулю.

Из формул следует, что наружный диаметр берется больше соответствующего ему диаметра пули, так как в процессе монтажа диаметр несколько уменьшается. При несоблюдении этого условия неизбежны большой расход инструмента и увеличение брака по провалу на специальном лекале («пулеметике»). По этим же соображениям следует установить разницу в диаметрах между обжатой оболочкой и последней вытяжкой, используя формулу

$$d_в = d + \frac{\Delta}{2}.$$

Внутренний диаметр в точке сопряжения оживала и цилиндра определяется по формулам:

для простых пуль

$$d = D_{об} - 2t;$$

для специальных пуль

$$d = D_{об} - (2t - \Delta),$$

где t — толщина стенки по средним размерам, т. е.

$$t = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}.$$

Несколько больший внутренний диаметр оболочки берется для монтажа элементов, а в особенности — монтажа свинцовой рубашки.

Размеры вершинок по длине у пули и оболочки одинаковы, т. е.

$$l_в = l_1,$$

диаметр вершинки

$$d = d_1 - \Delta_1,$$

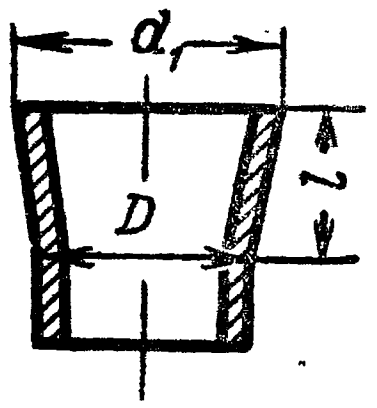
где Δ — допуск на размер диаметра по вершине.

Разница в размерах на величину допуска берется с учетом подсадки вершины в процессе монтажа.

В связи с изменением размеров по диаметру и толщине стенок, очевидно, необходимо при сохранении радиуса оживала изменить высоту оживала, определив последнюю графически.

При выборе размеров оболочки необходимо исходить из размеров открытого конца для пуль специального действия. Из приводимых ниже формул следует, что как наружный, так и внутренний диаметр следует брать несколько большим для удобства монтажа (фиг. 174):

$$d_1 = D_{об} + 0{,}3 \text{ мм};$$
$$l = 3 \div 5 \text{ мм}.$$



Фиг. 174. Расправка оболочки.

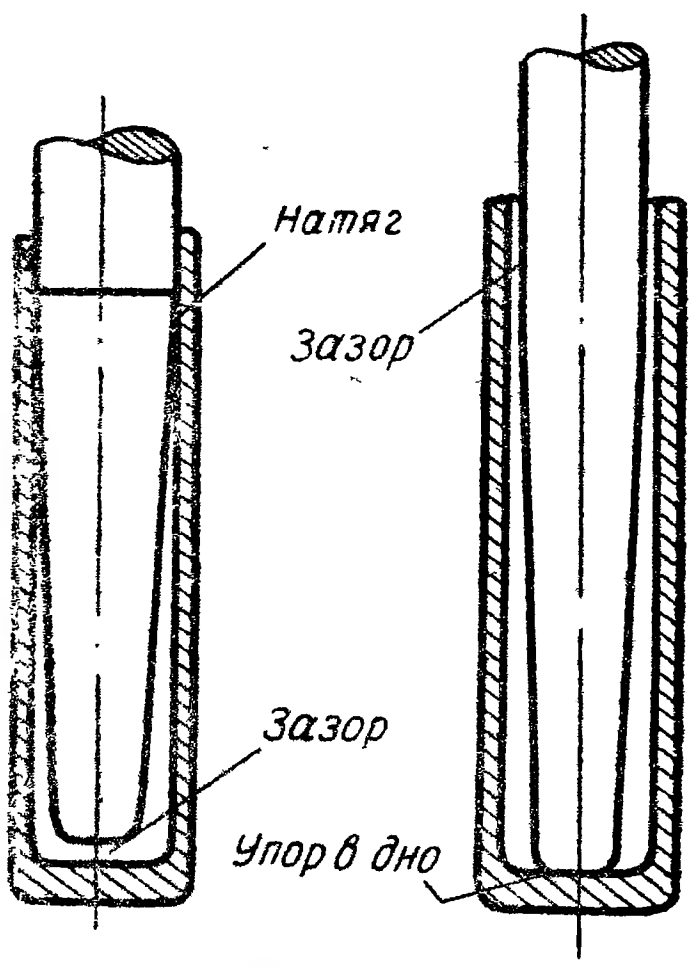
Зная размеры оболочки, можно построить профили пуансона и матрицы последнего обжима.

Профиль матрицы и пуансона последнего обжима зависит от:

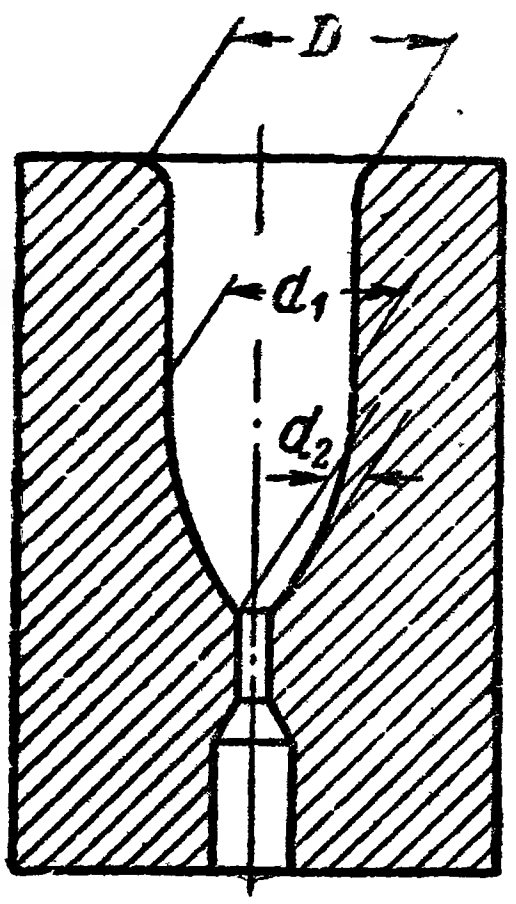
а) толщины материала на готовой оболочке и последней вытяжке, т. е. производится ли обжим с утонением вершины или с нагоном металла в вершину;

б) наличия выталкивателя.

Если обжим ведется без выталкивателя, необходимо обеспечить плотную посадку обжатого изделия на пуансоне с тем, чтобы гарантировать обязательный выход изделия из матрицы. По тем же соображениям глубина рабочей части не должна быть больше длины оживала.



Фиг. 175. Посадка обжимного стержня в оболочку.



Фиг. 176. Размеры обжимных матриц.

В тех случаях, когда обжим производится с нагоном металла в вершинку оболочки, конец обжимного пуансона должен «садиться с зазором» (фиг. 175), а если с утонением, — то с натягом.

Отверстие в вершине матриц, работающих без выталкивателя, как известно из предыдущего, предусмотрено для облегчения изготовления и улучшения закалки, однако, размер его должен быть строго регламентирован и находиться в пределах 0,6—0,8 *мм*. Большие отверстия, как правило, способствуют появлению «венчика», что недопустимо по техническим условиям.

Диаметральные размеры (фиг. 176) рабочей части матрицы выбираются из следующих соображений:

а) диаметр при вершине следует брать по формуле

$$d_2 = d_в - \sigma,$$

где $d_в$ — диаметр вершины по чертежу оболочки;

σ — величина распружинивания, принимаемая от 0,08 до 0,15 *мм*.

Положение диаметра d_2 определяется по формуле:

$$l = l_{об};$$
$$l_1 = l_{об}.$$

Диаметр в верхней части матриц должен быть больше диаметра оболочки, в противном случае неизбежен перелом изготовляемого изделия. Удовлетворительные результаты дает формула

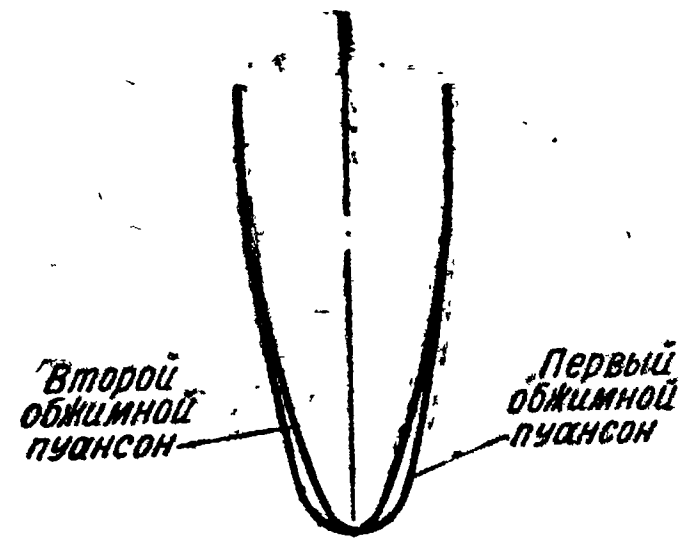
$$D = D_{об} + 2\Delta,$$

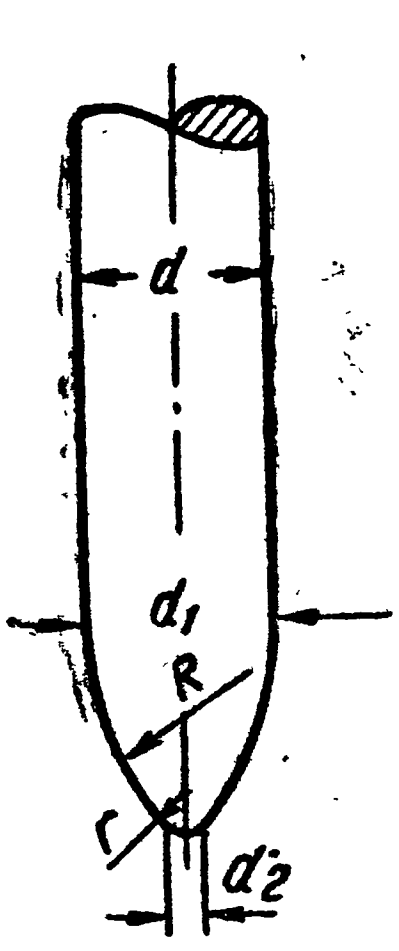
где $D_{об}$ — диаметр оболочки;

Δ — численное значение допуска на оболочку.

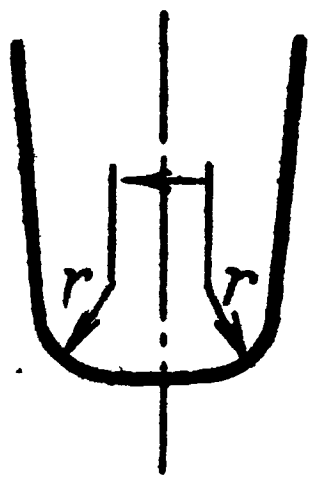
Определив диаметры рабочей части матрицы, можно найти расстояние между ними при сохранении R или, наоборот, по h найти R, используя для этого одну из формул, приведенных ранее.

Построение профиля обжимного пуансона (фиг. 177) следует начинать с нижнего диаметра.

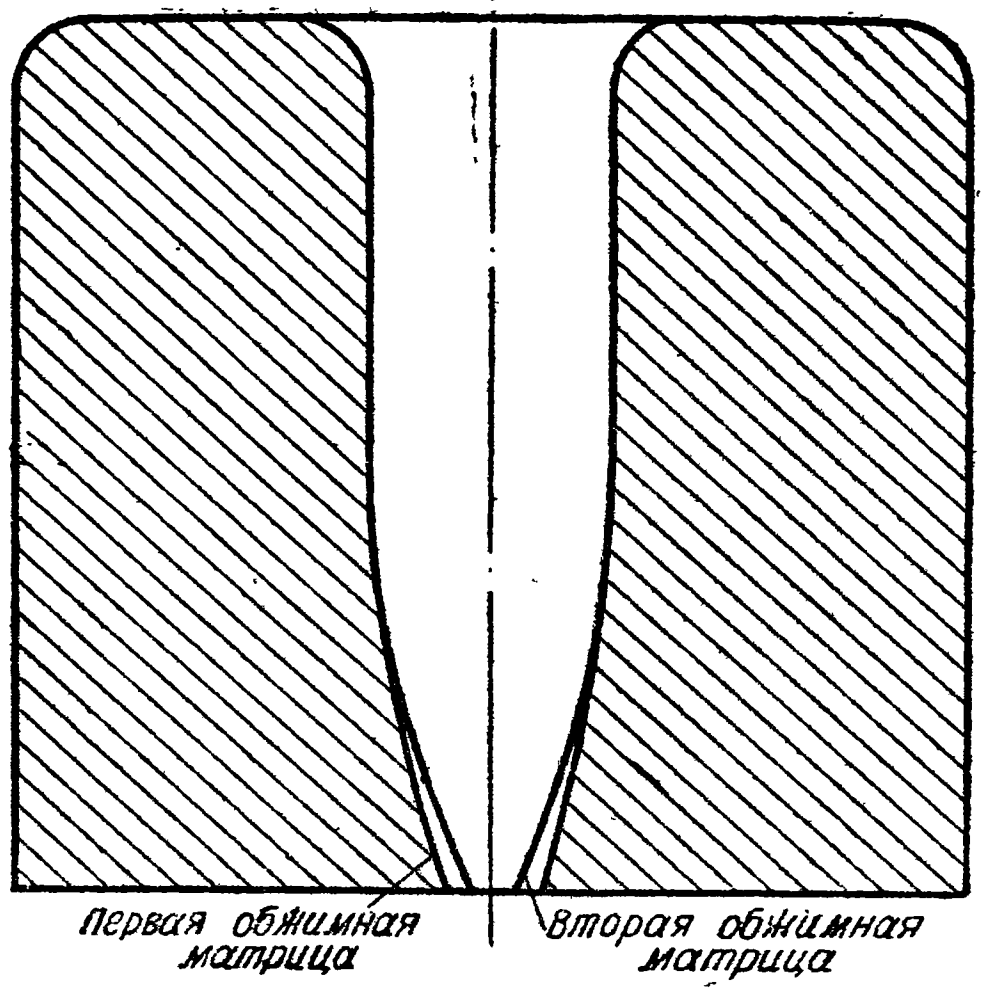




Фиг. 177. Профиль пуансона оболочки.



Фиг. 178. Рабочий конец обжимного пуансона.



Фиг. 179. Проверка профилей инструмента обжима.

Затем определяют верхний диаметр и расстояние между диаметрами при сохранении радиуса оживала или при постоянной высоте радиуса оживала.

Обычно радиус остается постоянным, а высота переменной; остальные размеры обычно подбирают или по размеру оболочки, или же конструктивно.

После этого определяют размеры инструмента первого обжима. Размеры матриц и пуансонов берут согласно расчету размеров полуфабриката.

Особенностью этого инструмента является наличие на обжимном пуансоне площадки (фиг. 178), описанной двумя радиусами, в то время как в готовой оболочке вершина имеет один радиус.

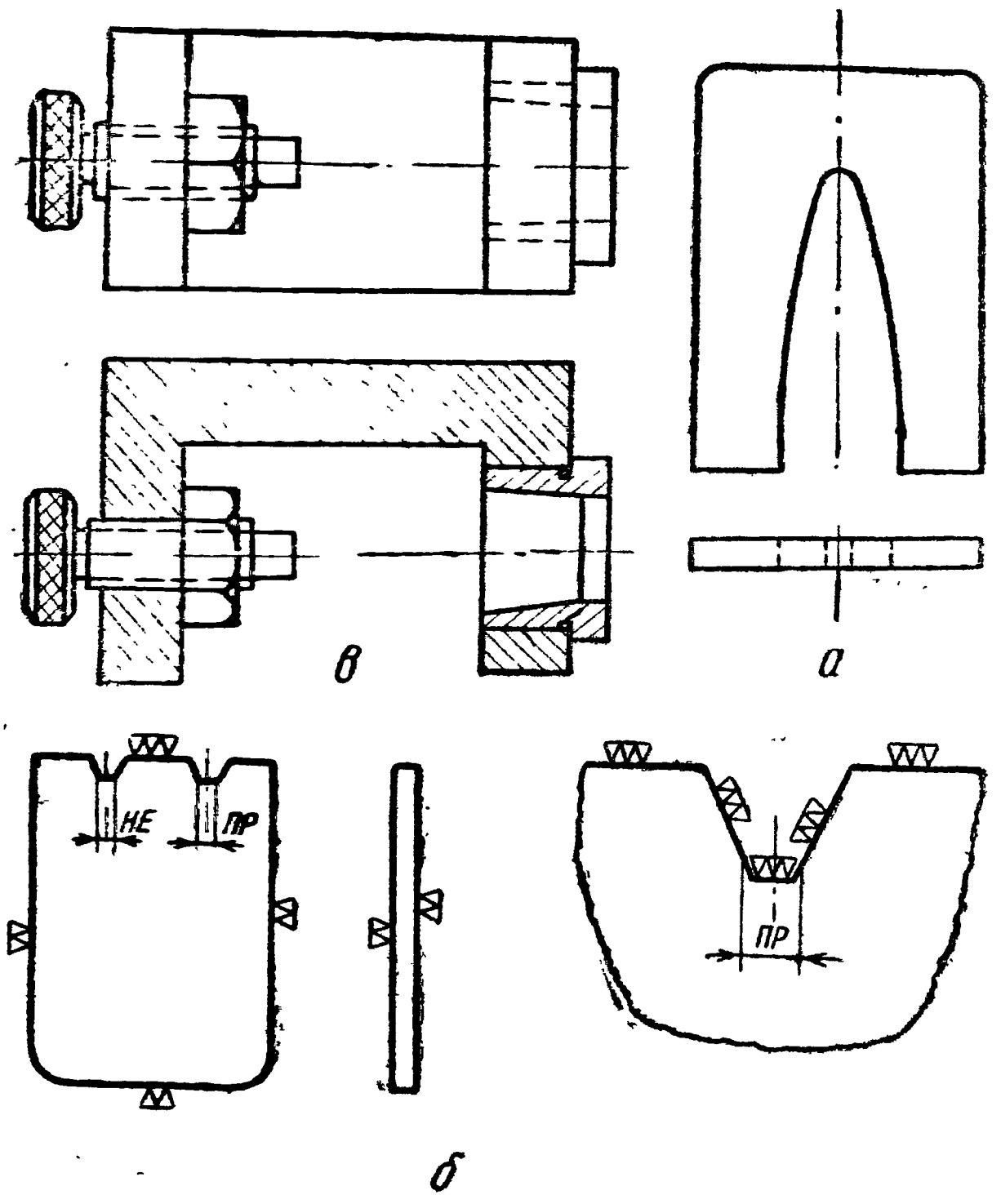
Отсутствие такой площадки, как показали опыты, ведет к отрывам вершинки в процессе обжима. Значение радиусов следует брать в зависимости от толщины дна оболочки, исходя из следующих данных.

Толщина дна оболочки	
a_1, мм	r_1, мм
0,5—1	1,25
1—1,3	1,5
1,3—2	1,5—2

Остальные размеры подбирают в соответствии с расчетом размеров полуфабриката. Размеры матрицы также подбирают конструктивно, промежуточные обжимы вычерчивают по расчету, а затем весь комплект инструмента проверяют графически путем вычерчивания профилей в увеличенном масштабе. Пример такого построения приведен на фиг. 179.

§ 7. Точность изготовления и контроль изделий при обжиме оболочек и гильз

Точность изделий, получаемых обжимом, зависит от точности исполнения рабочего инструмента и состояния оборудования. Виды и причины брака приведены в табл. 83. Проверка правильности изменения формы производится специальным мерительным инструментом. Комплект

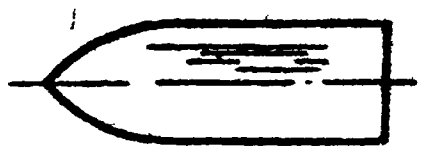
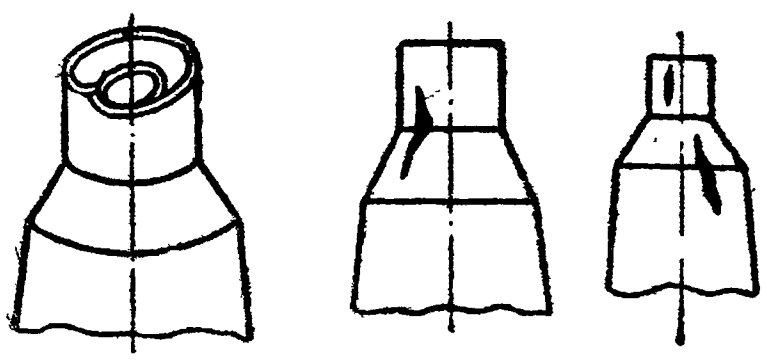


Фиг. 180. Инструмент для обжима:

а—шаблон на фигуру; *б*—шаблон на носик; *в*—лекало на длину оживальной части оболочки.

Таблица 83

Виды и причины брака при обжиме

Виды брака	Причины брака
А. Обжим оболочек	
I. Царапины по поверхности и отпечатки 	Налипание металла на обжимной инструмент Загрязненная смазка Отслаивание хрома на рабочих частях инструмента
II. Помятости оболочки	Неправильная работа питателя
III. Оболочка с соском на носике	Неправильный размер или неправильная установка обжимного стержня
IV. Наплывы на оживале	„Строгая" матрица или неправильная фигура ее
V. Переломы на оболочке	Неправильная фигура обжимного инструмента
VI. Косая оболочка	Несцентрированы пуансон и обжимная матрица
VII. Прорыв вершины	Неправильный расчет числа обжимов Влажный полуфабрикат, поступающий на обжим Грязный полуфабрикат, поступающий на обжим
VIII. Тупая оболочка	Неправильная установка инструмента или неправильное его изготовление
IX. Запрессовка	Неправильная работа выталкивателя и питателя
Б. Обжим гильзы без шляпки	
I. Трещины, складки, царапины и вмятины 	Недостаточный отжиг дульцевой части гильзы Большая разностенность, царапины на полуфабрикате. Неправильная установка матриц обжима Загрязнение матрицы Отслаивание хрома на матрице Лопнувшая матрица Выкрашивание матрицы, плохая смазка в процессе обжима
II. Широкое дульце	Тонкостенный полуфабрикат Неправильные размеры обжимного стержня или втулки, изнашивание дульцевой части матрицы

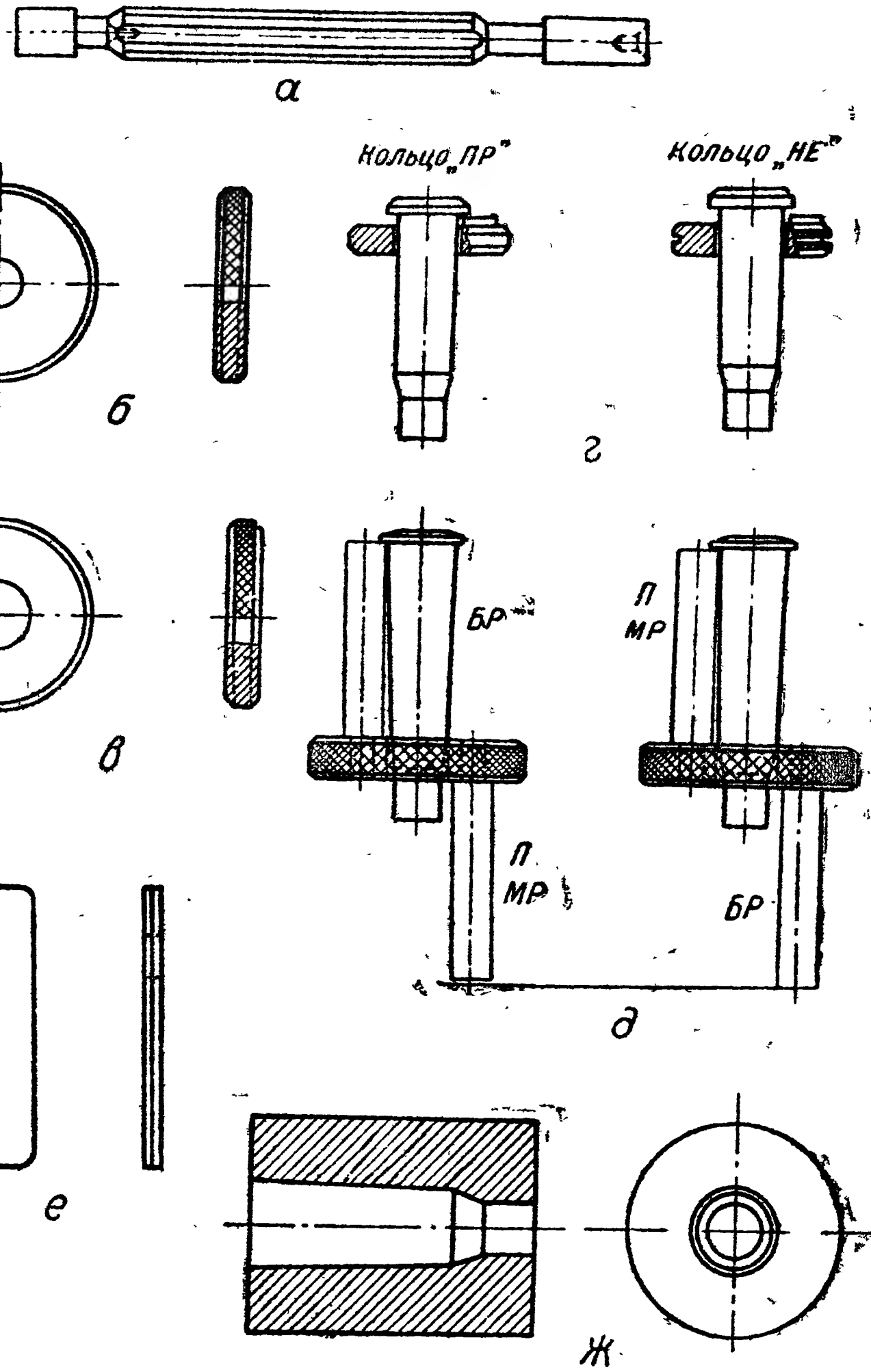
Продолжение

Виды брака	Причины брака
III. Узкое дульце	Толстостенный полуфабрикат Неправильные размеры обжимного стержня или втулки, неправильный размер матрицы по дульцу при обжиме без стержня
IV. Узкое капсюльное гнездо и наплыв под головкой	Строгая матрица по корпусу при поступающем на обжим полуфабрикате, изготовленном к верхнему допустимому пределу
В. Обжим гильз со шляпкой на многопозиционных прессах	
I. Отпечаток по скату при обжиме	Загрязнение обжимного стержня вследствие налипания окалины после отжига дульца
II. Сборки или складки по дульцу или скату	Удар первой обжимной матрицы в край дульца, неправильный поворот круга при подаче гильзы под расправочный стержень, разностенность заготовки
III. Сдвиг металла	Попадание на обжим гильзы, имеющей толстые стенки, больший, чем полагается, наружный диаметр заготовки или наличие на стенке слишком строгой по размерам обжимной матрицы
IV. Засечка на гильзе	Толстая стенка или больший, чем требуется, диаметр заготовки, поступающей с вытяжки. Острый край у одной из обжимных матриц
V. Складка или трещина по краю дульца обжатой гильзы Отпечатки и складки по дульцу	Налипание материала на расправочном стержне Нечисто обрезанная вытяжка, в результате чего оставшийся усик завертывается во внутреннюю поверхность, что и вызывает появление отпечатков или складок. Изношенная дульцевая часть у первой обжимной матрицы
VI. Подсаженный скат	Отрыв дульца в процессе обжима; оторванная дульцевая часть, оставаясь в обжимной матрице, вызывает подсадку в поданных для обжима гильзах
VII. Вмятый край	Неправильно установленный или изготовленный раздаточный стержень
VIII. Складка по скату	Недостаточный отжиг гильз, поступающих на обжим, или поступление гильз, не имеющих отжига
IX. Складка по скату с переходом их на корпус	Засорение воздушных отверстий у обжимных матриц
X. Разорванный край у дульца	Попадание на обжим заготовок, имеющих повышенную разностенность
XI. Прорванный бок у гильзы	Неправильный поворот круга с гильзами, вследствие чего расправочный стержень бьет в край гильзы и прорывает стенку

Продолжение

Виды брака	Причины брака
XII. Трещина по дульцу и внутренние складки в виде царапины	Шелушение хромового покрытия на пуансонах
XIII. Складки по дульцу	Забоины или помятости, полученные при падении гильзы после отжига на электроотжигательном станке

мерительного инструмента для оболочек показан на фиг. 180, а для гильз — на фиг. 181.



Фиг. 181. Комплект мерительного инструмента для гильз:

а—пробки для дульца; *б*—кольцо по дульцу; *в*—кольцо на скат; *г*—кольцо на корпус с угольником; *д*—кольцо со стойками; *е*—лекало на фигуру гильзы; *ж*—камора.

Кроме указанных в табл. 83 видов брака, весьма часто встречаются так называемые «горбатые гильзы». Причины, порождающие этот вид брака, до сих пор еще не установлены.

Мы считаем, что «горбатость» гильзы зависит от конструкции инструмента и неоднородности напряженного состояния на отдельных участках обжимаемой гильзы.

ГЛАВА XI

ОБРАЗОВАНИЕ ЗАТРАВОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ В ГИЛЬЗАХ

§ 1. Технология образования затравочных отверстий

Затравочные отверстия в гильзах являются каналами, через которые луч огня, образующийся при ударе по капсюлю, попадает в пороховой заряд и воспламеняет его. Технология получения затравочных отверстий зависит от:

1) положения осей затравочных отверстий, т. е. параллельны они оси гильзы или распоположены под углом;

2) толщины перегородки гильзы;

3) механических свойств металла донной части гильзы;

4) диаметра затравочных отверстий.

Затравочные отверстия получают двумя способами: а) сверлением, б) пробивкой.

Сверлить затравочные отверстия следует в тех случаях, когда оси отверстий расположены по отношению к оси гильзы под углом и когда диаметр отверстий меньше или равен толщине перегородки, т. е.

$$d \leqslant a,$$

где a — толщина перегородки, *мм*.

Во всех остальных случаях целесообразно применять пробивку как более производительный способ обработки.

А. Пробивка затравочных отверстий

Пробивка затравочных отверстий является частным случаем вырубки, поэтому явления, характерные для вырубки, и сделанные на основании этого выводы в разделе вырубки могут быть полностью отнесены к пробивке. Следует заметить, что наличие обязательного скоса на пуансонах (иглах) для уменьшения усилия и отсутствие замкнутой режущей кромки на матрице (стойки) затрудняют пробивку. Действительно, неправильный скос вызывает:

1) малую стойкость пуансонов (игл);

2) ухудшение качества вследствие появления царапин на капсюльном гнезде;

3) неотделение отхода (крупки).

Последовательность процесса пробивки (фиг. 182) складывается из следующих переходов:

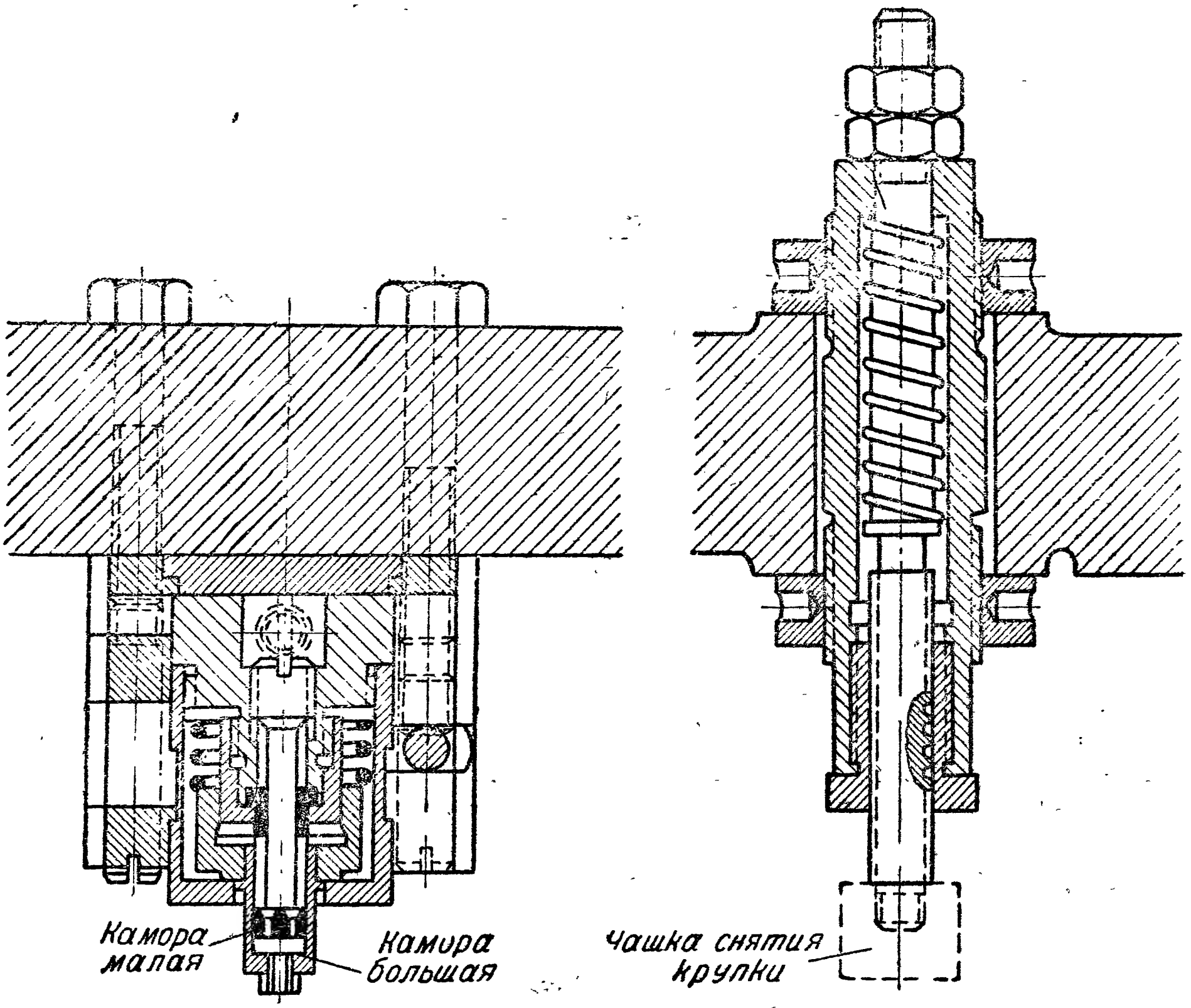
1) подача заготовки в транспортирующий круг;

2) пробивка затравочных отверстий;

3) снятие крупки (заусенцев) после пробивки;

4) удаление гильзы с пробитыми затравочными отверстиями.

Заготовки в транспортирующий круг подаются специальным загрузочным устройством (автоматом питания); движение круга осуществляется одним из механизмов периодического движения, работа которого синхронна работе инструмента.



Фиг. 182. Последовательность процесса пробивки затравочных отверстий.

Процесс пробивки заключается в том, что заготовка, будучи надета на стойку (матрицу), при своем движении по вертикали встречает пуансоны (иглы), которые и осуществляют пробивку. Затем транспортирующим кругом заготовка переносится под стойку для снятия крупки. На этой стойке она поворачивается вокруг своей оси специальным механизмом, который захватывает головку заготовки. В результате этого поворота возможные заусенцы и неотделившийся отход удаляются. При дальнейшем перемещении заготовки транспортирующим кругом последний выводится на линию выталкивателя, который и удаляет изделие из транспортирующего круга.

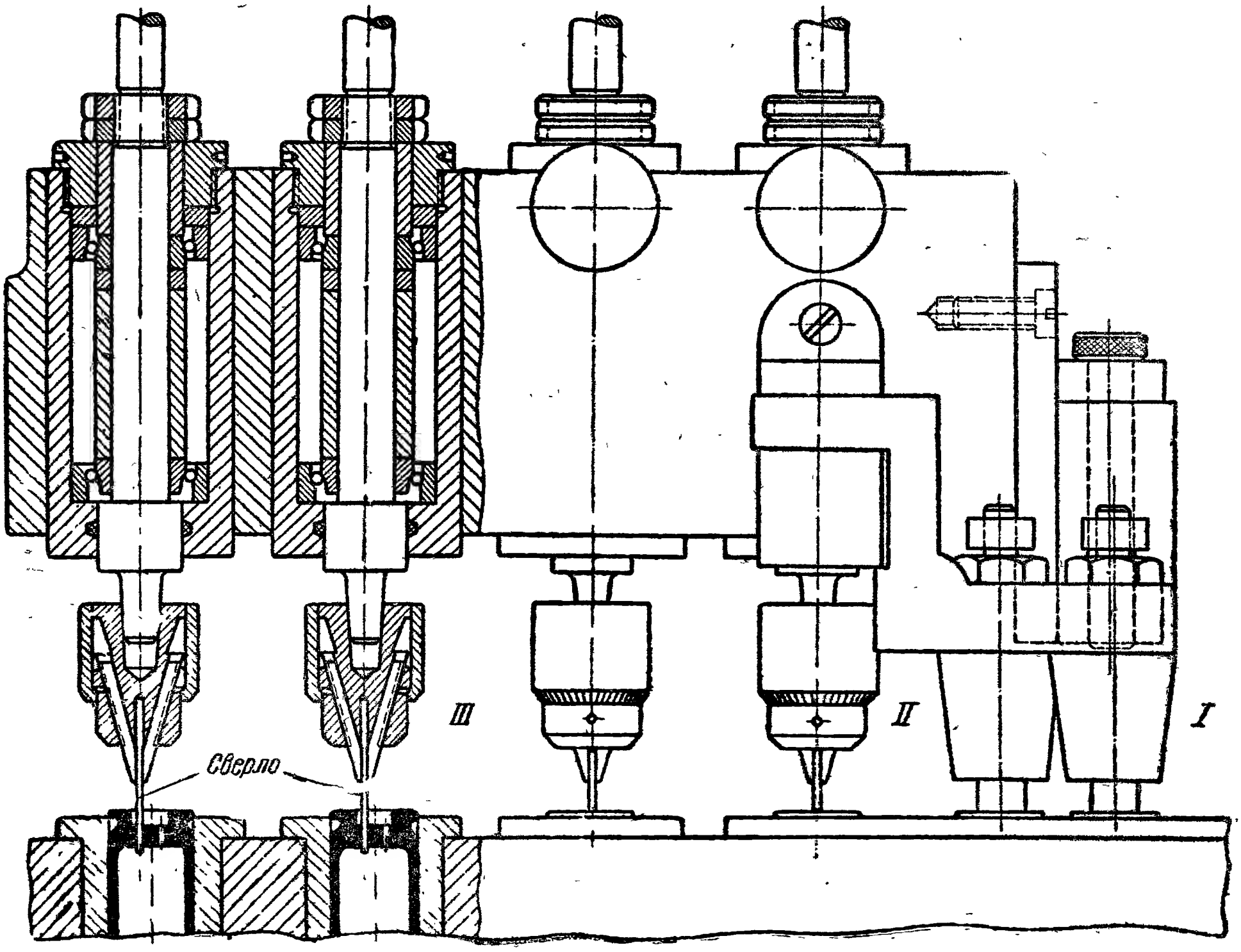
Б. Сверление затравочных отверстий

Малое расстояние между затравочными отверстиями в случае, когда оси их параллельны, исключает возможность одновременного сверления отверстий. Операции сверления на автоматических станках проводятся в следующей последовательности (фиг. 183):

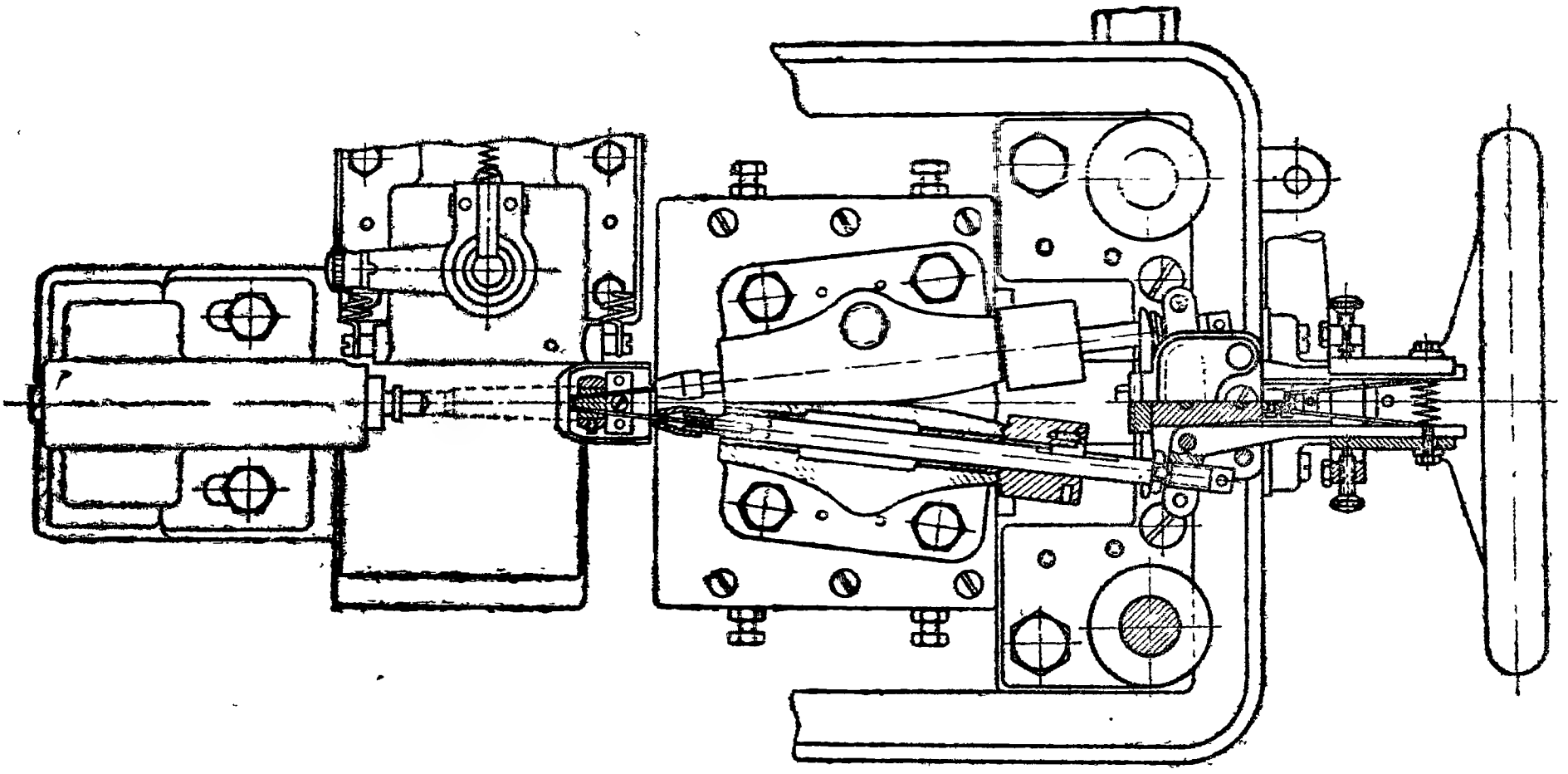
а) зажим и транспортирование заготовки под сверло (позиция *I*);

б) сверление первого затравочного отверстия и транспортирование на следующую позицию (позиция *II*);

в) сверление второго затравочного отверстия и транспортирование на следующую позицию (позиция *III*);



Фиг. 183. Последовательность процесса сверления.



Фиг. 184. Схема сверления затравочных отверстий под углом.

г) выталкивание двух гильз одновременно (позиция *IV* на чертеже не показана).

Затравочные отверстия, оси которых расположены под углом к оси гильзы, сверлят на специальных станках одновременно, для чего станки имеют специальный привод (фиг. 184).

При выборе режима резания для сверления затравочных отверстий следует исходить из производительности и стойкости сверл.

Как показывает практика патронных заводов, удовлетворительные результаты получаются при следующих режимах резания:

для стали

$v = 35 \div 40$ *м/мин;* $S = 0{,}02$ *мм/об;*

для латуни

$v = 60$ *м/мин;* $S = 0{,}02$ *мм/об,*

где v — скорость резания:
S — подача.

§ 2. Инструмент для образования затравочных отверстий

А. Инструмент для пробивки

Комплект инструмента для пробивки затравочных отверстий состоит из: 1) штампа для пробивки, 2) устройства для снятия заусенцев и крупки, 3) устройства для выбрасывания готового изделия.

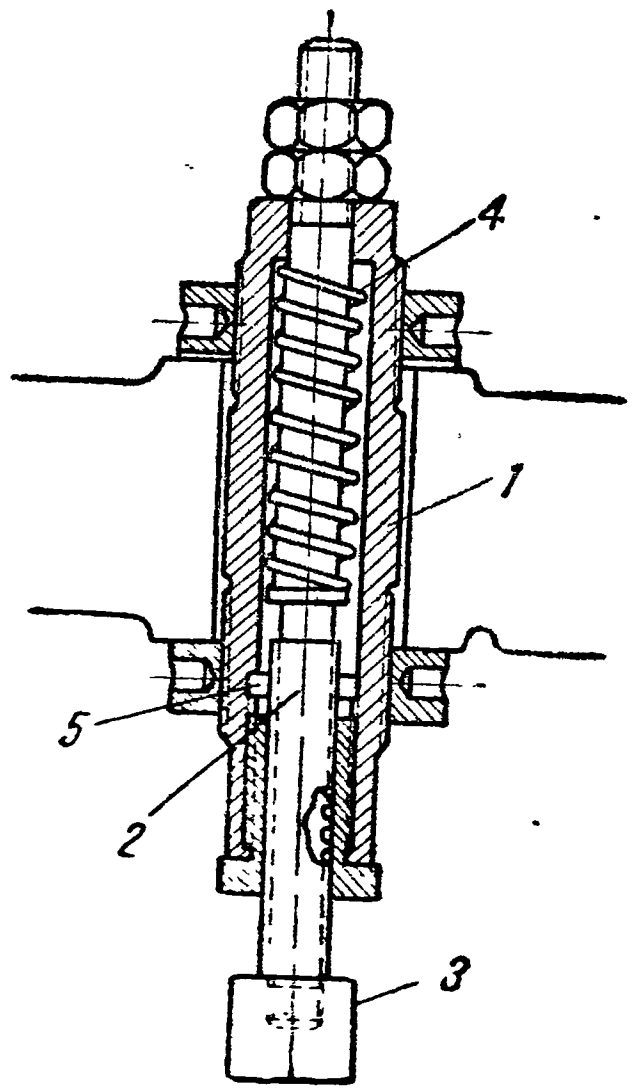
Конструкция штампа и других устройств, применяемых при пробивке, зависят от конструкции пресса. Описываемый ниже инструмент применяется в наиболее распространенных в настоящее время прессах, но с нижним расположением вала.

Фиг. 185. Штамп для пробивки затравочных отверстий.

Штамп для пробивки затравочных отверстий (фиг. 185) состоит из двух узлов: стойки (матрицы) и патрона с пуансонами. Стойка *1* для пробивки затравочных отверстий представляет собою стержень из углеродистой стали У12А, выполненный по форме внутренней поверхности гильзы. На боковой поверхности стойки профрезерованы две канавки *а*, которые и образуют режущие кромки.

Наличие канавок *а* вместо отверстий следует считать отрицательным явлением, так как резание идет не по полному периметру, а по части, что и вызывает появление не отделенной крупки. Изменить же конструкцию стойки вследствие близкого расположения отверстий не представляется возможным. Стойка закрепляется в специальном патроне, устройство которого видно на фиг. 185. Патрон для пробивки состоит из корпуса *2*, втулки *6*, удерживающей малую игольную камору *9* с двумя пуансонами (иглами) *10* из рояльной проволоки.

пуансоны удерживаются штифтом *7* и винтом *3* и не перемещаются по вертикали внутри игольной каморы. Малая игольная камора скользит в большой игольной каморе, ввинченной во втулку *8*, находящуюся под действием пружины *4*. Все указанные детали заключены в колпачок *5* корпуса *2*. При пробивке затравочных отверстий большая игольная камора своей заточкой входит в предварительно отштампованное капсюльное гнездо, упираясь уступом в фланец; при дальнейшем движении верхней части штампа на заготовку или заготовки на верхнюю часть штампа происходит сжатие пружины *4* и обнажение пуансонов (игл) *10*, закрепленных в малой игольной каморе *7*. Иглы, встречая сопротивление материала гильзы, пробивают отверстия. При обратном ходе патрона действием пружины *4* все части возвращаются в исходное положение.



Фиг. 186. Устройство для снятия крупки.

Из рассмотрения устройства следует, что рабочими элементами в штампе пробивки являются стойка и пуансоны. Малая игольная камора является пуансонодержателем, а большая игольная камора выполняет следующие три функции: фиксация изделия, направление пуансонов и снятие изделия после пробивки. Малая и большая игольные каморы изготовляются из стали У10 и после термообработки имеют твердость $R_c = 45—50$.

Устройство для снятия заусенцев и крупки (фиг. 186) состоит из двух частей: нижняя часть представляет обычную стойку (на схеме не показана), но с той только разницей, что вместо двух канавок сделано четыре режущих плоскости. Верхняя часть состоит из корпуса *1*, стержня *2*, в нижней части которого закреплена чашечка с зубчиками *3* из стали У10, пружины *4* и штифта *5*, скользящего по криволинейному пазу. Имеются также конструкции с постоянно вращающимися чашечками. Когда ползун пресса совершает свой рабочий ход, заготовка, захваченная стойкой, приходит в соприкосновение с чашечкой. Чашечка, поворачиваясь, заставляет повернуться заготовку на стойке, а этим самым удалить заусенцы и крупку. Нами описана только одна конструкция устройства для снятия крупки; существует еще ряд разновидностей, отличающихся друг от друга в деталях, но не по принципу действия.

Выталкиватель представляет собою гладкий стержень из стали У10, закрепляемый так же, как и стойка, в патроне ползуна пресса.

Б. Инструмент для сверления

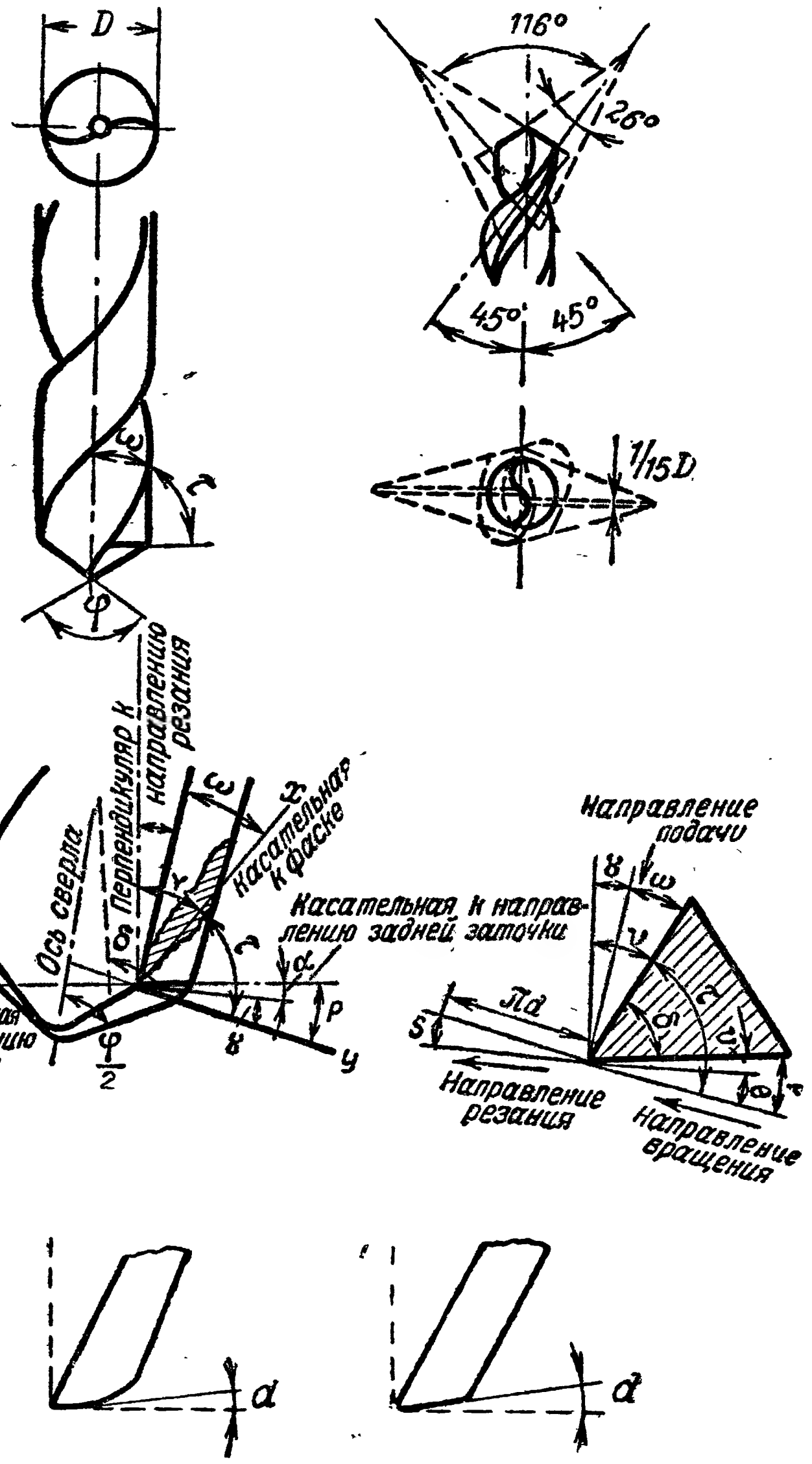
Инструментом для сверления затравочных отверстий служат обычные спиральные сверла с цилиндрическим хвостовиком (фиг. 187). Закрепление сверл производится в патронах типа «Джекобс». Одним из основных факторов, оказывающих влияние на работу сверла, является угол при вершине (фиг. 187). В спиральных сверлах этот угол $\varphi = 116—118°$. В практике патронной промышленности для стальных и биметаллических гильз $\varphi = 116—118°$ и для латунных гильз $\varphi = 130—140°$.

Угол наклона канавки ω зависит от величины переднего угла: чем больше угол наклона, тем больше передний угол. При большом угле ω

процесс резания протекает лучше, уменьшаются крутящий момент и осевое давление. Для сверл, применяемых при сверлении латунных гильз, этот угол следует брать

$$\omega = 8 - 12°.$$

При сверлении сверло совершает два движения — вращательное и поступательное. Вследствие этого направление резания в любой точке



Фиг. 187. Геометрия спирального сверла.

режущей кромки будет определяться касательной к описываемой в этой точке винтовой линии. Тогда угол резания δ образуется плоскостью к поверхности режущей грани (по винтовой канавке) и плоскостью касательной к поверхности резания; передний угол γ есть угол между плоскостью касательной к передней поверхности канавки и плоскостью, нормальной к поверхности резания; задний угол α образуется плоскостью касательной к задней поверхности (поверхности

задней заточки) и плоскостью касательной к поверхности резания. Из фиг. 187 следует:

$$\delta = \tau - \Theta;$$

$$\gamma = \omega + \Theta;$$

$$\alpha = \rho - \Theta,$$

где Θ — угол наклона траектории резания к горизонтальной плоскости, который определяется по формуле:

$$\operatorname{tg}\Theta = \frac{S}{\pi d};$$

S — подача сверла в *мм* на оборот сверла.

Величина переднего угла γ оказывает огромное влияние на условия резания сверла. Передний угол не остается постоянным на всем протяжении режущей кромки; на периферии он достигает наибольшей величины и у перемычки наименьшей.

Угол задней заточки обеспечивает правильную работу сверла.

Угол задней заточки ρ образуется касательной к конической поверхности сверла и касательной к поверхности задней заточки. Задний угол α образован наклонной поверхностью задней заточки к поверхности резания, которая вследствие подачи сверла не является конической. Если бы поверхность резания совпадала с поверхностью задней заточки, то $\rho = \Theta$, т. е. угол $\alpha = 0$, вследствие чего сильно увеличилось бы трение и затруднялось резание. Следовательно, поверхность резания не должна совпадать с поверхностью задней заточки, т. е. надо, чтобы $\alpha > \rho$.

Так как при подаче сверла меняется угол траектории, то вместе с ним изменяется угол задней заточки. Однако влияние угла Θ незначительно и компенсируется разностью в углах задней заточки на наружной и внутренней окружностях сверла.

Угол задней заточки должен быть переменным у режущей кромки и составлять 5—8°, а затем все время повышаться до 20—24° у сердцевины сверла. Если угол ρ у сердцевины взять меньше 20°, то угол резания у поперечной кромки будет чрезмерно большим и усилие подачи сильно возрастет. С другой стороны, не следует брать угол снятия затылка на периферии больше 8°, так как режущая кромка будет чрезмерно ослаблена. Необходимые углы заострения лезвия сверла получаются только при указанной разности величин углов.

Существующие заточные станки образуют поверхность задней заточки различными способами: некоторые дают конические поверхности, иные — несколько от них отступающие. На фиг. 187 показано построение задних граней, при котором получается угол при вершине 116°. В данном случае задние грани представляют собой части поверхностей двух конусов, оси которых сдвинуты в сторону относительно оси сверла по 0,06—0,08 его диаметра, т. е. на величину радиуса перемычки (диаметр перемычки равен 0,13—0,15 диаметра сверла). Такой сдвиг нужен для получения необходимого угла заточки.

Особое внимание должно быть обращено на симметричность режущих кромок при заточке, иначе в процессе резания они будут нагружены неравномерно, что приведет не только к увеличению диаметра просверливаемого отверстия, но и к поломке сверл.

Для сверл применяют быстрорежущую сталь.

§ 3. Проектирование инструмента для образования затравочных отверстий

а) Большая игольная камора. Выступ на большой игольной каморе (фиг. 188) выбирается в зависимости от формы и размеров капсюльного гнезда по формулам, приведенным в табл. 84.

Таблица 84

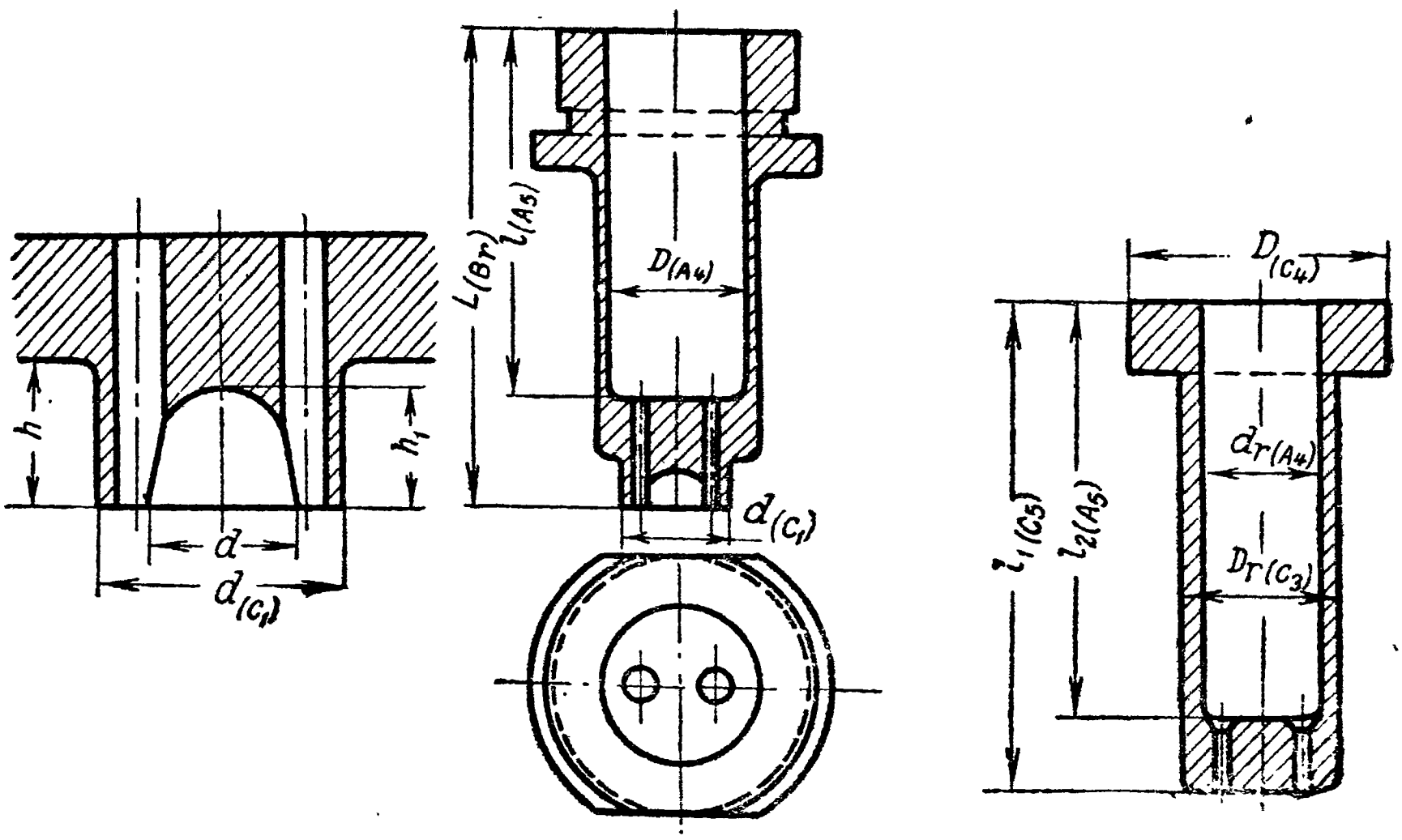
Размеры выступа на большой игольной каморе

Определяемая величина	Обозначения (по фиг. 188)	Формула
Наружный диаметр выступа	d	$d_{к.г} - 0{,}04 \div 0{,}07$ *мм*
Высота выступа	h	$h_{к.г} - 0{,}2 \div 0{,}3$ *мм*
Диаметр углубления под наковальню	d_1	$d_н + 0{,}06 \div 0{,}1$ *мм*
Глубина углубления под наковальню	h_1	$h_н + 0{,}1 - 0{,}15$ *мм*

$d_{к.г}$ — диаметр капсюльного гнезда гильзы;
$h_{к.г}$ — глубина капсюльного гнезда гильзы;
$d_н$ — наибольший диаметр наковальни гильзы;
$h_н$ — высота наковальни гильзы.

Диаметр отверстия под пуансоны и расстояние между ними определяют по чертежу гильзы.

Остальные размеры на большой игольной каморе выбираются из конструктивных соображений и влияния на получение размеров изделий не оказывают. Допуски на размеры камор указаны на фиг. 188.

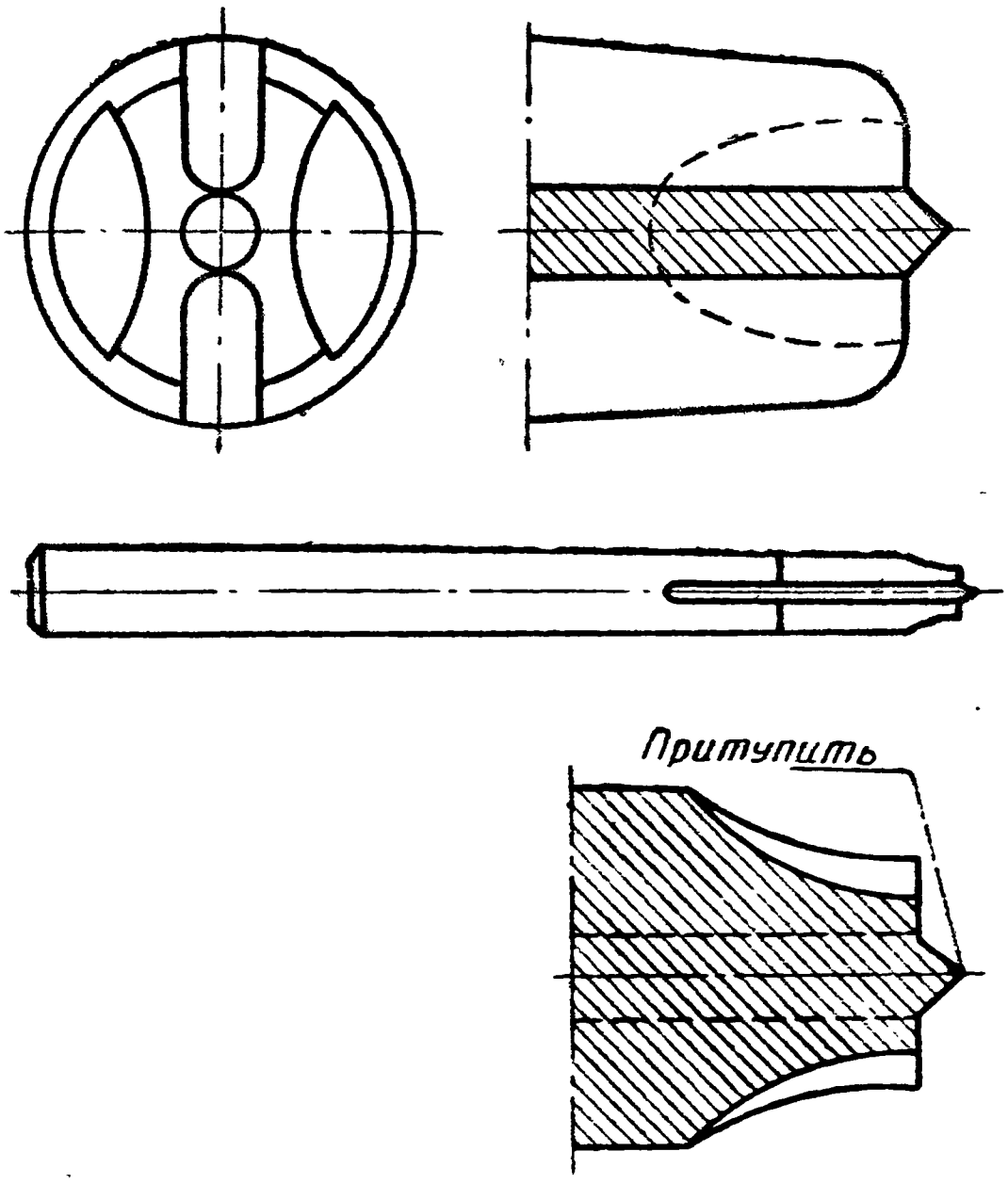


Фиг. 188. Большая и малая игольные каморы.

Размеры малой игольной каморы определяются по размерам большой игольной каморы. Обращаем внимание на необходимость точного исполнения наружного диаметра каморы $D_г$ и правильного

сверления отверстий под пуансоны (иглы). Наличие большого диаметрального зазора между каморами (размеры D и $D_г$) является причиной быстрой поломки пуансонов (игл).

б) Стойки для пробивки (фиг. 189). Профиль рабочей части стойки для пробивки определяют по пуансону последней прессовки. Для того чтобы гильза надевалась на стойку свободно, диаметральные размеры стойки берутся на 0,2—0,4 *мм* меньше соответствующих размеров пуансона прессовки. Особенностью стойки явля-



Фиг. 189. Стойка для пробивки.

ются плоская площадка на торце, что создает хорошие условия резания и точность изготовления перемычки как основного размера, влияющего на стойкость игл и качество изделий.

Остальные размеры стойки определяют конструктивно так же, как и размеры стойки для снятия крупки.

в) Сверла спиральные. Проектирование спирального сверла предусматривает согласование размеров и углов обеспечивающих наиболее оптимальные условия резания. Ниже, в табл. 85, приводятся практические данные, которые позволяют установить размеры сверла и профиль фрез для фрезерования канавок на сверлах.

§ 4. Точность изготовления и контроль изделий при изготовлении затравочных отверстий

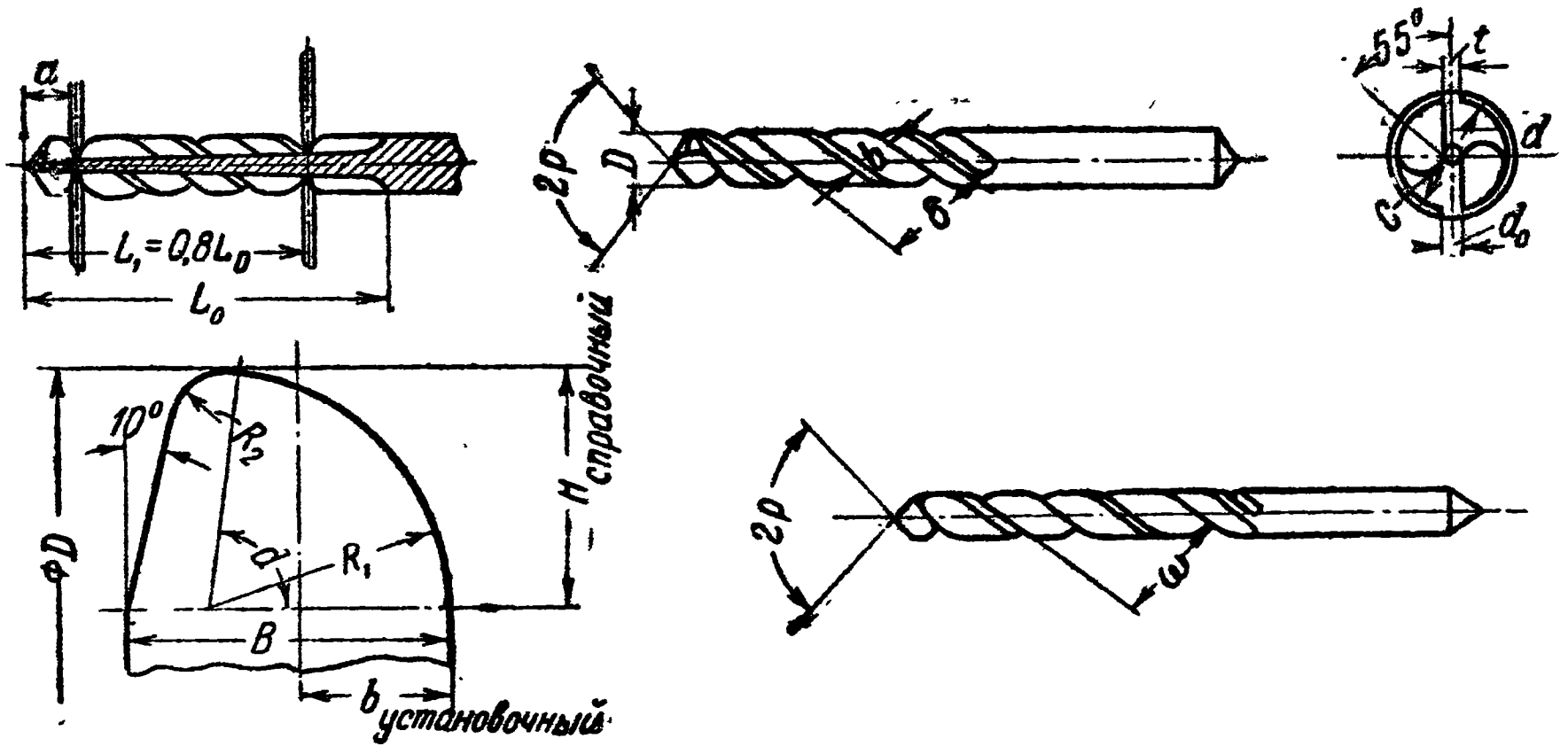
Погрешность в диаметре при пробивке и сверлении затравочных отверстий зависит от точности инструмента.

Погрешность при пробивке лежит в пределах 0,1÷0,12 *мм*. Погрешность при сверлении лежит в пределах 0,06÷0,08 *мм*.

Вследствие нарушения правил эксплоатации возникает брак; виды и причины брака при пробивке и сверлении приведены в табл. 86.

Необходимо проследить, чтобы не было гильз с одним затравочным отверстием и гильз с неотделившейся крупкой или заусенцами.

Элементы пера и перемычки



D от	D до	Допуск на D	d_0 У	d_0 Б	d_0 допуск	a У	a Б	a f	Допуск на f	C	Допуск на d	Ширина канавки, *мм* стали	Ширина канавки, *мм* латуни
0,7	1,0	—0,02	0,18	0,22	—0,03	0,7	—	0,2	±0,05	0,1	—0,06	0,68	0,8
1,0	1,5	—0,025	0,25	0,28	—0,05	1,1	0,8	0,2	±0,05	0,1	—0,06	0,68	0,8
1,5	2,0	—0,025	0,32	0,35	—0,05	1,2	0,8	0,3	±0,08	0,1	—0,12	0,68	0,8

Профиль фрез для фрезерования канавок спиральных сверл, работающих по стали и латуни

Группа сверл, фрезеруемых одной фрезой	Расчетный диаметр группы	D	Для стали: элементы сверла 2ρ	Для стали: элементы сверла W	Для стали: элементы профиля фрезы R_1	R_2	B	b_1	H	α	Для латуни: элементы сверла 2ρ	Для латуни: элементы сверла W	Для латуни: элементы профиля фрезы R_1	R_2	B	b_1	H	α
0,8—1,1	0,95	15	118°	20	0,68	до 0,1	0,78	0,42	0,67	80	130	12	1,34	0,2	1,42	0,87	1,3	75
1,1—1,4	1,25	15	118°	20	0,89	до 0,1	1,02	0,55	0,88	80	130	12	1,76	0,2	1,86	1,14	1,71	75
1,4—1,7	1,55		118°	20	1,1	до 0,2	1,28	0,7	1,08	80	130	12	2,18	0,33	2,32	1,42	2,12	75
1,7—2,0			118°	20	1,31	до 0,2	0,82	1,88	1,29	80	130	12	2,00	0,33	2,76	1,69	2,53	75

Примечания. 1. У—сверла из углеродистой стали, Б—сверла из быстрорежущей стали.

2. Общую длину сверла и хвостовой части определяют по ОСТ 443—444.

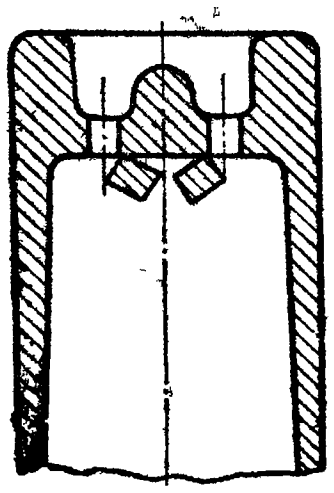
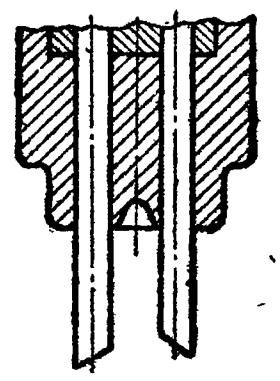
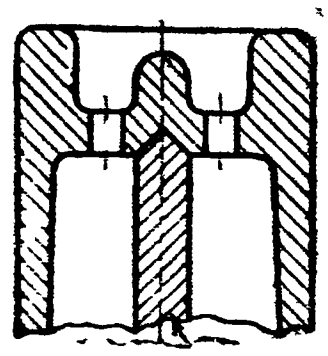
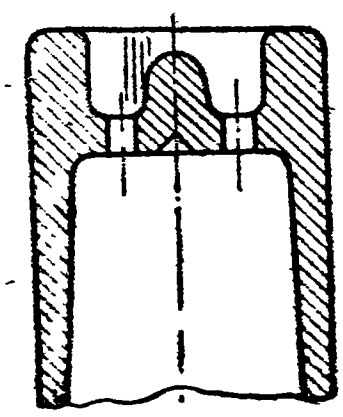
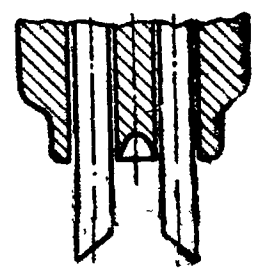
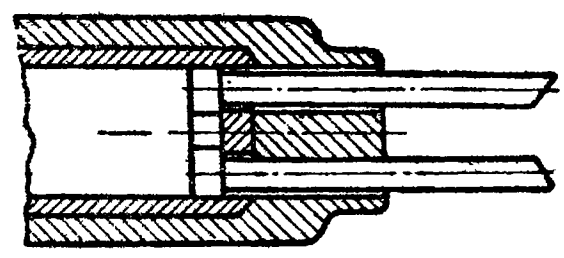
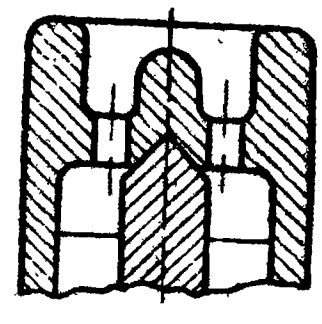
3. Перемычка сверла равномерно утолщается к хвостовой части по следующей зависимости:

Диаметр сверла D, *мм* от	Диаметр сверла D, *мм* до	Увеличение перемычки на каждые 100 *мм* длины рабочей части сверла: У	Б
1	3	0,5—0,6	1,0—1,1

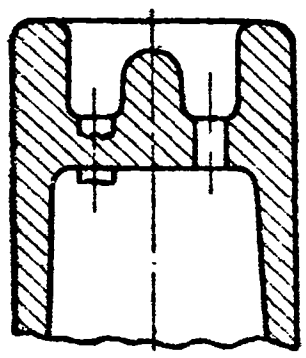
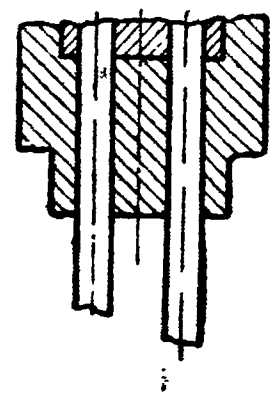
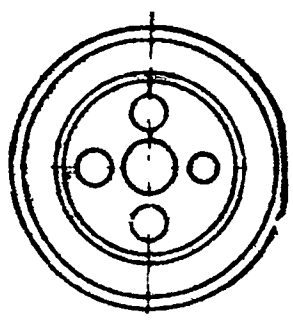
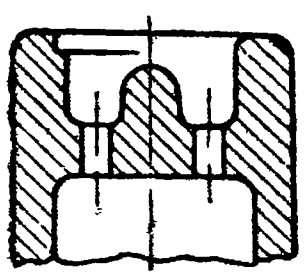
Таблица 86

Виды и причины брака при образовании затравочных отверстий

А. Пробивка затравочных отверстий

Виды брака	Причины
I. Неотделившаяся крупка внутри гильзы	1. Тупые иголки или неправильный угол наклона торца иголки
	
	2. Узкая перемычка на игольной стойке
	
	Перемычка
II. Царапины на капсюльном гнезде	1. Отгиб иголок в стороны вследствие: а) неправильной заточки, б) изношенных отверстий в игольной каморе, в) выкрашивания каморы
	
	2. Несовпадение отверстий в большой и малой игольных каморах
	
	3. Широкая перемычка у игольной стойки (ширина больше, чем расстояние между иголками) или изгиб стойки
	

Продолжение

Виды брака	Причины
III. Непробитое отверстие 	Сломанная иголка 
IV. Гильза с тремя отверстиями и более 	Нарушение работы выталкивателя, т. е. выталкиватель не удаляет гильз из круга станка
V. Зарубленный край капсюльного гнезда 	Неправильная подача круга станка
VI. Отпечатки на перегородке и шляпке	Неправильная установка стойки или попадание постороннего предмета между изделием и большой игольной каморой

Б. Сверление затравочных отверстий

Виды брака	Причины
I. Большие заусенцы	Тупое сверло
II. Большой диаметр или загрязненное затравочное отверстие	Бой сверла, неправильная заточка сверла или большой диаметр сверла
III. Эксцентрично просверленные затравочные отверстия	Неправильно изготовлена кондукторная втулка или неправильный поворот стола
IV. Одно или более двух затравочных отверстий	Сломалось сверло или гильза попала на вторичное сверление

Диаметр затравочных отверстий при пробивке и сверлении проверяют обычной калибровой пробкой.

Если гильзы с этими дефектами будут снаряжены, возможны случаи затяжного выстрела, что приводит в ряде конструкций оружия к разрыву гильзы.

На живучесть оружия большое влияние оказывают царапины на капсюльном гнезде; наличие их вызывает прорыв газов по окружности капсюля, что влечет за собой разгар затвора. Одним из опасных дефектов, могущих привести к несчастному случаю, являются остатки сломанных сверл или игл в капсюльном гнезде, которые в дальнейшем могут привести к самопроизвольному выстрелу.

Качество выполнения затравочных отверстий следует тщательно контролировать при помощи фотоэлементов или по принципу истечения воздуха через насадку, заходящую в капсюльное гнездо. Оба способа в практике отечественных заводов еще не получили распространения и в настоящее время ограничиваются внешним осмотром.

ГЛАВА XII

ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

§ 1. Общие сведения

Обработка со снятием стружки при изготовлении металлических элементов патрона по сравнению с обработкой без снятия стружки имеет ограниченное применение.

Больше всего обработку резанием со снятием стружки применяют при изготовлении бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали. Следует заметить, что в последний период времени и при изготовлении сердечников обработку резанием со снятием стружки заменяют обработкой без снятия стружки. Так, например, калибровка по диаметру на бесцентровошлифовальных станках заменяется волочением, отрезка — рубкой, обточка конического задка — штамповкой, обточка оживальной части — электрорастяжкой. Ряд специальных пуль, например, пули мгновенного действия, и трубчатые сердечники для пуль тройного действия, изготовлявшиеся сравнительно недавно резанием, полностью обрабатываются без снятия стружки. Технологи патронной промышленности стремятся широко применять обработку без снятия стружки как более экономичную.

Однако в процессе изготовления металлических элементов патрона встречаются поверхности, для которых замена обработки резанием невозможна, или поверхности, которые обрабатывают в зависимости от технического уровня производства как резанием со снятием стружки, так и без снятия стружки.

К первой группе относятся операции:

а) обработка фланца гильзы;

б) устранение неровностей в дульцевой части гильзы после обжима и получение чертежного размера гильзы по длине.

Ко второй группе относятся операции по:

а) обработке бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали;

б) обработке конуса у трубчатых сердечников;

в) образованию фаски на капсюльном гнезде, облегчающей процесс вставки капсюля (у гильз крупного калибра).

Резанием со снятием стружки изменяют форму заготовки удалением излишков материала в виде стружки и получают необходимые чертежные размеры изделия с заданной по чертежу точностью.

§ 2. Образование фланца и подрезка дульцевой части гильзы

Способ закрепления гильз в процессе обработки резанием зависит от внешней формы последних: цилиндрические гильзы целесообразнее закреплять в цангах, а бутылочные — в специальных втулках.

Место (порядок) операции обточки в общем ходе технологического процесса изготовления гильзы определяется в зависимости от донной части ее; очевидно, что:

а) подрезка дульца должна производиться только после обжима дульца, так как этой операцией устраняют неровности после обжима для получения конечных размеров гильзы;

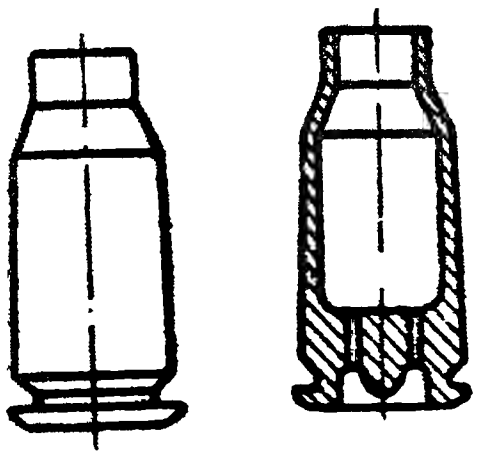
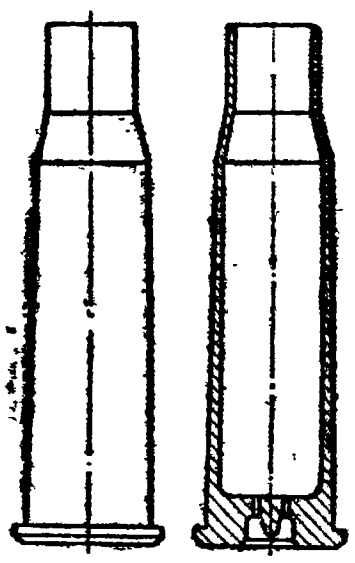
б) обточка донной части для гильз со шляпкой и с выступом на корпусе должна производиться после обжима;

в) обточка донной части для гильз без закраины может производиться как до обжима, так и после обжима.

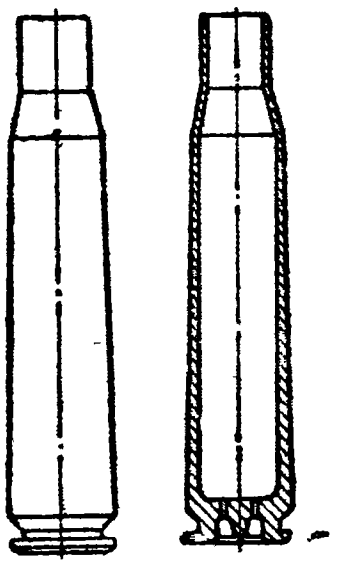
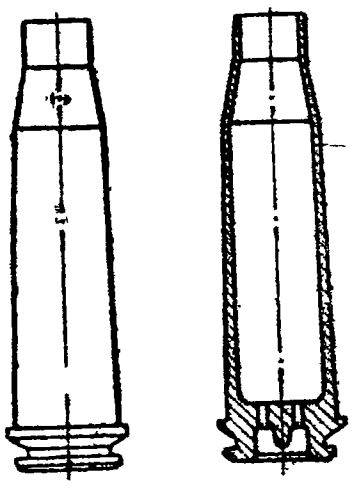
В настоящее время на патронных заводах применяют разнообразные способы изготовления фланца и подрезки дульцевой части гильзы. Для иллюстрации на табл. 87 приведены наиболее характерные случаи.

Таблица 87

Порядок обработки донной части и подрезка дульца гильз

Тип гильзы	Возможные варианты обработки	Последовательность операций при обработке гильзы	Способ закрепления гильзы
Пистолетные и винтовочные гильзы с упором ската гильзы в скат патронника 	1. Обточка шейки	Пробивка затравочного отверстия	Цанга
	2. Подрезка дульца	Обжим дульца	Втулка по форме гильзы
	3. Обточка шейки и подрезка дульца	Обжим дульца	Втулка по форме гильзы
Винтовочные гильзы со шляпкой, упирающейся в обрез пенька ствола 	1. Обточка шляпки и подрезка дульца	Обжим дульца	Втулка по форме гильзы
	2. Обточка шляпки	Обжим дульца	Втулка по форме гильзы
	3. Подрезка дульца	Обжим дульца	Клещи

Продолжение

Тип гильзы	Возможные варианты обработки	Последовательность операций при обработке гильзы	Способ закрепления гильзы
Винтовочные и пулеметные крупнокалиберные гильзы с упором ската гильзы в скат патронника 	1. Обточка шейки	Прессовка дна или обжим	Втулка по форме гильзы или цанга
	2. Подрезка дульца	Обжим	Втулка по форме гильзы или цанга
	3. Обточка шейки и подрезка дульца	Обжим	Специальная двухсторонняя цанга
Пулеметные крупнокалиберные гильзы с упором выступа гильзы в уступ патронника 	1. Обточка шейки и уступа	Прессовка дна или обжим	Цанга
	2. Подрезка дульца	Обжим	Цанга
	3. Обточка шейки уступа и подрезка дульца	Обжим	Цанга

Примечание. На заводах США гильзы с упором ската гильзы в скат патронника, как правило, изготовляются в две операции. Подрезка дульца производится на вертикальных станках с зажимом гильзы специальными клещами, а выточка канавки на спиральных автоматах.

Мы рекомендуем следующий порядок обработки:

а) в гильзах цилиндрической формы со шляпкой — обточку шляпки и подрезку дульца производить одновременно;

б) в гильзах бутылочной формы при коэфициенте бутылочности $\varphi = 1{,}25—1{,}5$ обточку шляпки и дульца производить одновременно, а при коэфициенте бутылочности больше 1,5—раздельно;

в) в гильзах бутылочной формы с упором ската гильзы в скат патронника при коэфициенте бутылочности $\varphi < 1{,}3$ и длине меньше 25 *мм* обточку шейки и подрезку дульца производить раздельно, а при коэфициенте бутылочности $\varphi = 1{,}25—1{,}5$ и длине гильзы больше 25÷30 *мм* обточку шейки и подрезку дульца можно вести и раздельно, и одновременно;

г) в гильзах бутылочной формы с упором выступа гильзы в уступ патронника обточку выступа на корпусе гильзы, обточку шейки и подрезку дульца независимо от коэфициента бутылочности производить раздельно.

Крепление гильзы в процессе обработки можно осуществлять тремя способами:

а) в цангах;

б) во втулках, внутренняя поверхность которых изготовлена по форме гильзы;

в) в специальных клещах.

При первых двух способах зажимные приспособления, вращаясь вместе с изделием, допускают при инструменте, имеющем только движение подачи, обработку дульца и донной части; при третьем способе крепления инструмент не имеет вращения и изделие неподвижно. Этот способ применим только для подрезки малых припусков.

Способ крепления, вернее — прочность зажима, оказывает большое влияние на выбор режимов резания, точность выполнения операции и величину брака.

Гильза, вставленная во втулку трения, должна обеспечить передачу крутящего момента от шпинделя; крутящий момент передается трением между поверхностью втулки и гильзы вследствие осевого усилия, развиваемого заталкивателем.

Режим резания при обточке фланца и подрезке дульца зависит от:

1) принятого способа обработки;
2) способа крепления изделия;
3) типа режущего инструмента;
4) способа закрепления инструмента.

При обточке шляпки скорость резания берется 60—70 *м/мин*, а подача — 0,01—0,02 *мм;* выточка шейки производится при скорости резания 45—50 *м/мин* и подаче 0,02 *мм*.

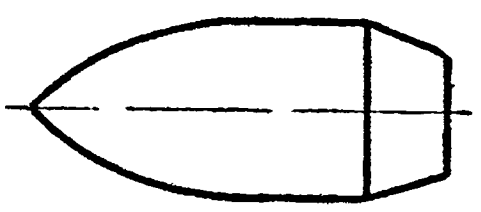
§ 3. Изготовление бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали

Технологический процесс изготовления бронебойных сердечников резанием зависит от: 1) формы сердечника, 2) формы заготовки, 3) точности изготовления заготовки.

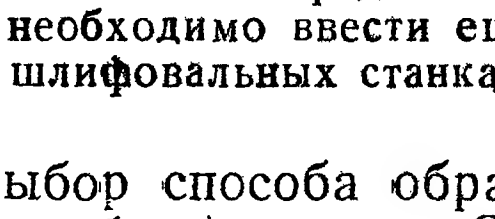
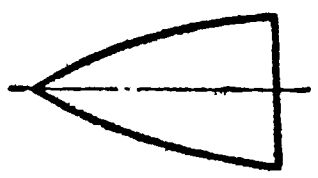
В табл. 88 приведены технологические процессы изготовления сердечников.

Таблица 88

Технологические процессы изготовления различных типов бронебойных сердечников из углеродистой и инструментальной сталей

Тип сердечника	Последовательность обработки	
	штучная заготовка	пруток
I 	1. Рубка прутка на заготовки 2. Сортировка по длине и диаметру 3. Шлифовка по диаметру 4. Обточка задка 5. Обточка оживала	1. Подача до упора 2. Обточка оживала 3. Обточка задка 4. Обрезка 5. Торцовка

Продолжение

Тип сердечника	Последовательность обработки	
	штучная заготовка	пруток
II 	1. Рубка прутка на две заготовки 2. Сортировка по длине 3. Шлифовка по диаметру 4. Обточка оживала 5. Рубка 6. Торцовка	1. Подача до упора 2. Обточка оживала 3. Обрезка 4. Торцовка
III 		1. Подача до упора 2. Обточка оживала 3. Обрезка 4. Торцовка

Примечания. 1. В приведенных схемах технологического процесса перечислены только операции резания и операции, заменяющие их.

2. Схемы процессов составлены из предположения, что диаметр заготовки выполнен в пределах допуска, если погрешность больше допуска по диаметру, необходимо ввести еще операцию шлифовки по диаметру на бесцентрово-шлифовальных станках.

Выбор способа обработки в первую очередь зависит от наличного парка оборудования. Однако практика работы ряда заводов показывает, что сердечники типа I и II следует делать из штучной заготовки, а сердечники типа III — из прутка.

Закрепление заготовки независимо от того, пруток это или штучная заготовка, производится в цанге.

Скорость резания при обработке сердечников резцами из твердых сплавов берется 45÷50 *м/мин,* а подача 0,025—0,03 *мм* на оборот.

§ 4. Снятие фаски

Снятие фаски — операция, применяемая для обработки входной части капсюльного гнезда, для того чтобы облегчить вставку капсюля и устранить возможность появления забоин на капсюльном гнезде во время транспортировки.

Эта операция обычно применяется при изготовлении крупнокалиберных гильз и производится или совместно с операциями обточки или же как самостоятельная на специальных станках.

При снятии фаски обрабатываемое изделие имеет только поступательное движение (движение подачи), а вращательное движение имеет инструмент.

В качестве инструмента применяется обычная зенковка.

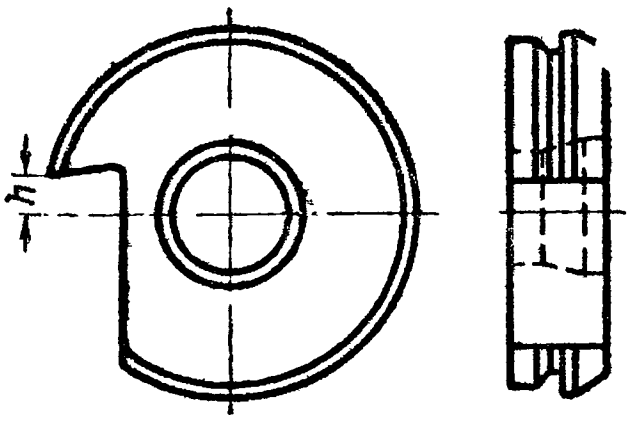
Скорости резания и подачи при снятии фаски для всех материалов гильзового производства 40—50 *м/мин.*

§ 5. Инструмент для обработки резанием со снятием стружки и его крепление

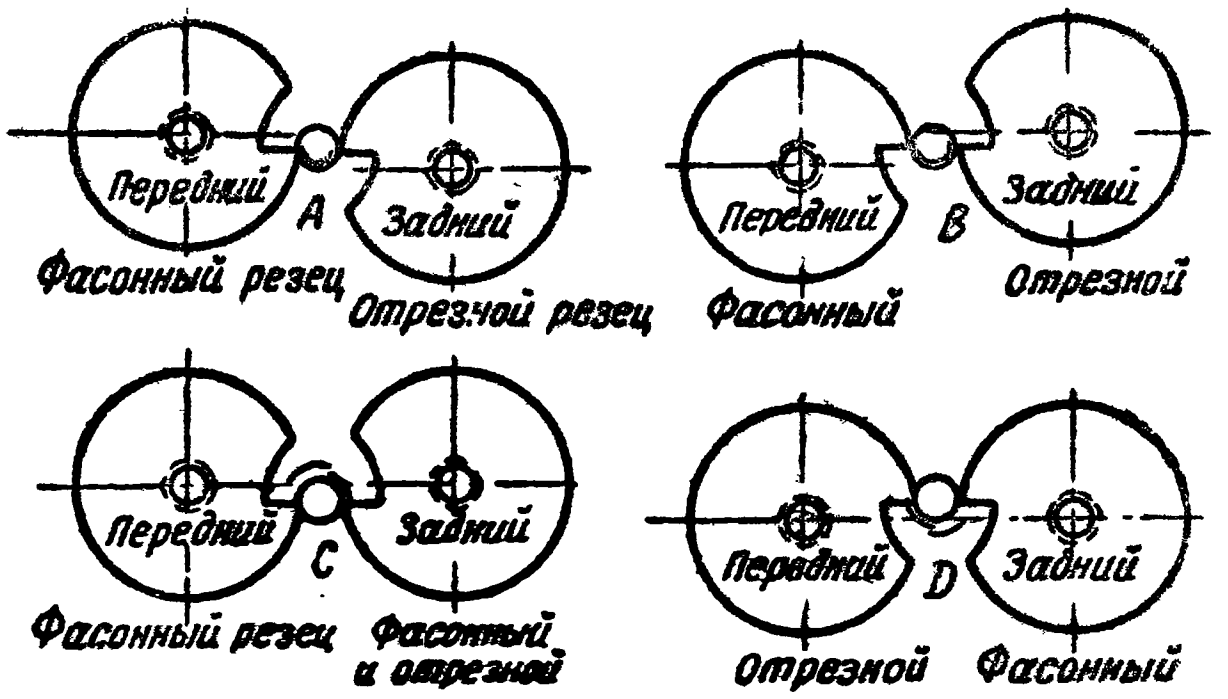
Применяемые для обработки резанием рабочие инструменты в зависимости от формы обрабатываемых поверхностей делятся на инструменты для:

1) обработки фасонных поверхностей;
2) подрезки полых тонкостенных изделий;
3) снятия фаски.

На фиг. 190 показан дисковый резец, получивший широкое распространение для обработки фасонных и конических поверхностей.



Фиг. 190. Дисковый резец.



Фиг. 191. Схема установки дисковых резцов.

Дисковый резец представляет собою диск с наружным профилем, соответствующим профилю изделия, для которого резец изготовлен. Режущую кромку резца получают за счет выреза части диска ниже оси резца на величину *h*.

Дисковые фасонные и отрезные резцы рекомендуется применять везде, если позволяют условия, так как они просты в изготовлении и удобны для установки и работы.

На работу дисковых резцов оказывает большое влияние их расположение по отношению к обрабатываемому изделию.

На фиг. 191 показаны четыре случая расположения фасонных резцов. При расположении, показанном на эскизе *A*, получаются хорошие результаты. В этом случае давлением на резец супорт прижимается к станине и становится более устойчивым, чем при обточке резцами, расположенными, как показано на эскизе *B*, где давлением на передний резец приподнимается супорт, вызывая дрожание резца Расположение по типу *B* можно применять при обточке коротких изделий, не требующих большой точности изготовления и чистоты поверхности.

Расположение резцов, показанное на эскизе *C*, можно рекомендовать при тяжелых работах, когда оба резца предназначены для придания формы.

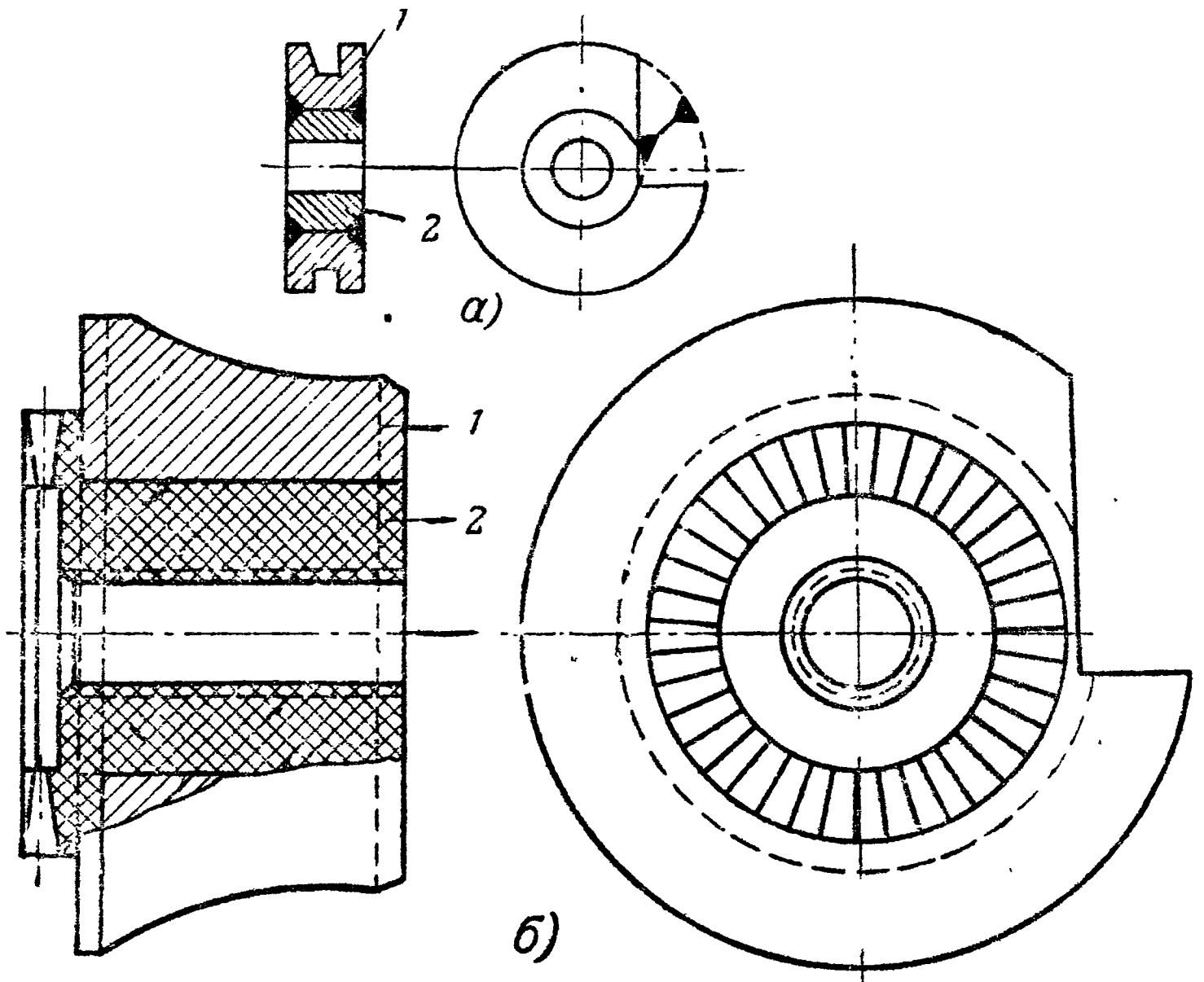
Способ, показанный на эскизе *D*, не может быть рекомендован; при этом неизбежно дрожание резца, так как он стремится поднять супорт. Исходя из общих положений об установке дисковых резцов, учитывая удобства отвода стружки и охлаждения режущей кромки, рекомендуют следующие способы установки:

Обточка шляпки	Режущая кромка резца открыта сверху
Выточка шейки	Режущая кромка резца открыта снизу
Изготовление сердечника из прутка	У фасонного резца кромка открыта сверху, у отрезного резца режущая кромка открыта снизу

Обточка задка . . . . . Режущая кромка открыта сверху
Обточка оживала . . . . . Резец черновой, кромка открыта снизу, резец фасонный, кромка открыта сверху

Для удобства резания в дисковых резцах резец устанавливают таким образом, чтобы ось резца в зависимости от способа установки находилась выше или ниже оси обрабатываемого предмета.

Величина смещения оси резца относительно оси изделия определяется расчетным путем. Необходимые для расчета формулы приводятся в § 6 настоящей главы. В зависимости от способа изготовления дисковые резцы бывают: 1) цельными и 2) составными.



Фиг. 192. Дисковые составные резцы:
а—сварной резец; *б*—литой резец.

Составные резцы позволяют экономно расходовать остродефицитные материалы, обладающие хорошими режущими свойствами.

На фиг. 192 показаны составные дисковые резцы. Резец первого типа (фиг. 192,*а*) состоит из двух частей, сваренных между собою. Обод резца *1* изготовлен из быстрорежущей стали, а тело *2* — из углеродистой стали. Составной резец второго типа (фиг. 192, *б*) имеет отлитый из быстрорежущей стали обод *1*, а корпус *2* изготовлен из углеродистой стали.

Наиболее рентабельным, в особенности при обработке бронебойных сердечников, следует считать второй тип. Заметим, что помимо материала, применяемого для изготовления резца, особое значение для стойкости инструмента, производительности процесса и обеспечения чистоты поверхности имеют заточка и доводка резцов.

Практика работы автора на одном из отечественных заводов показала, что доведенные резцы позволяют повысить скорость резания на 20—25% и на этой повышенной скорости имеют стойкость выше на 30÷40% по сравнению с хорошо заточенными резцами обычным путем. Для доводки рекомендуем применять пасту карбида бора. Весовой состав пасты: 70—75% зерен карбида бора, 25—30% парафина.

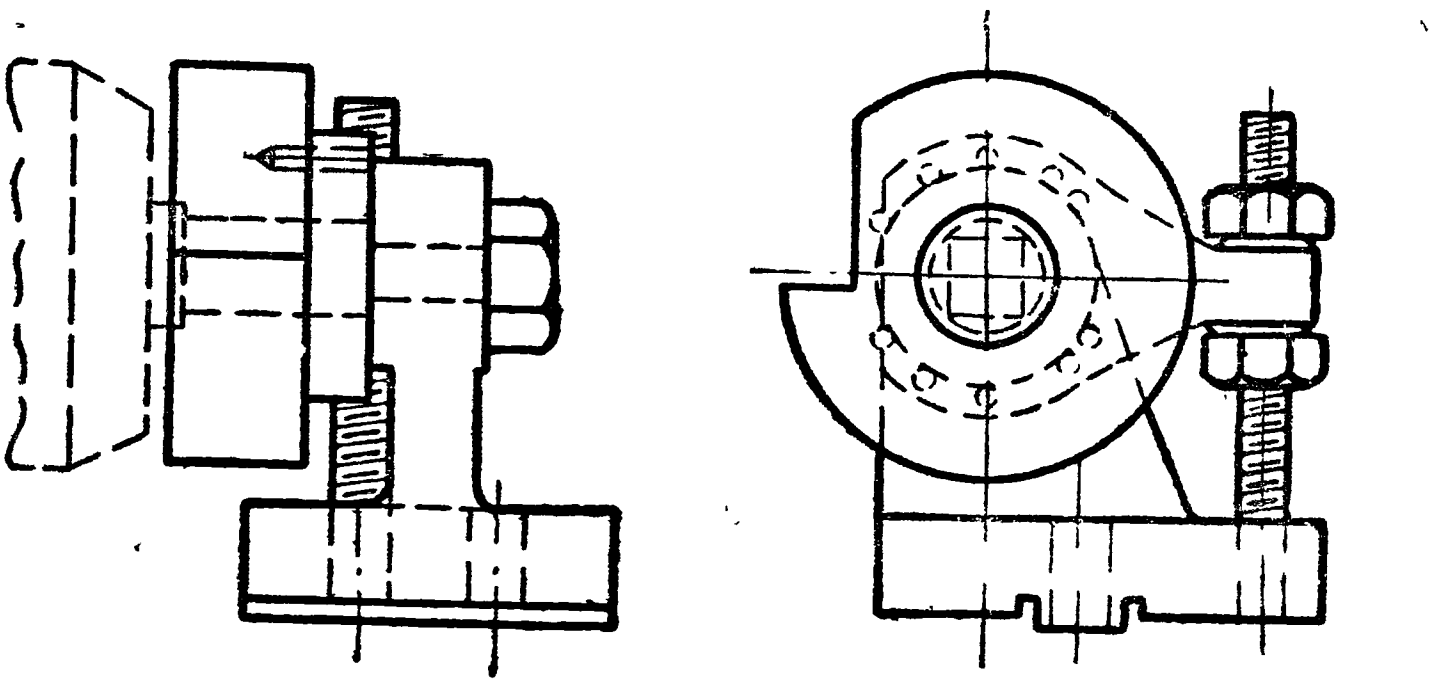
Дисковые резцы крепятся на поперечных супортах в специальных резцедержателях. На фиг. 193 приводится наиболее типичный способ крепления резцов в резцедержателе. Заметим только, что следует избе-

лать крепления на резьбе и больше применять крепление с торцевыми зубчиками.

На фиг. 194 показан тангенциальный резец, применяемый в патронной промышленности США для проточки шейки и обточки шляпки.

Тангенциальные резцы обладают следующими преимуществами:

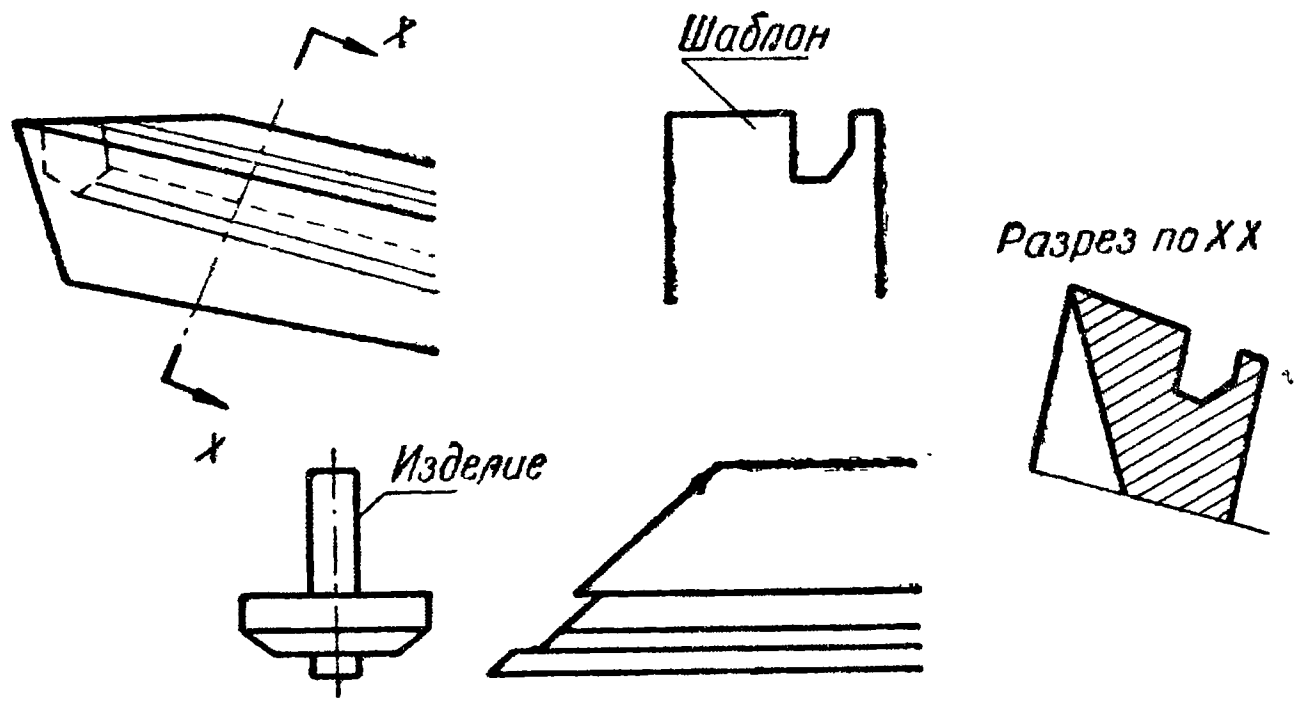
1. Диаметр изделия может быть получен весьма точно, так как размер его зависит только от положения резца по высоте, причем величина подачи никакого влияния на него не оказывает.



Фиг. 193. Крепление дисковых резцов.

2. Вследствие наличия срезанной под углом режущей кромки изделие обрабатывают не сразу по всей длине, а последовательно, поэтому требуется меньшее усилие резания, чем для радиальных резцов.

Недостатками тангенциальных резцов являются непостоянство переднего и заднего углов на всем протяжении работы инструмента и увеличенная, по сравнению с радиальными резцами, длина перемещения резца в процессе обработки.



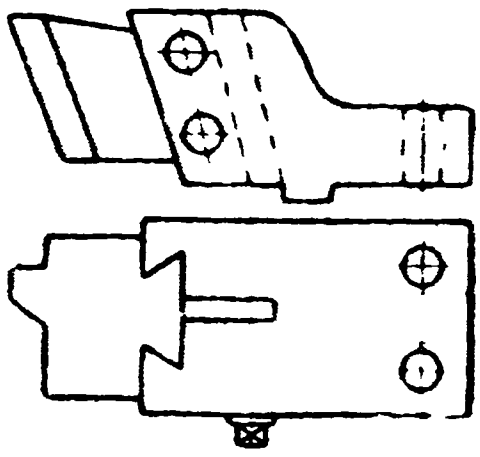
Фиг. 194. Тангенциальный резец.

Призматические радиальные фасонные резцы (фиг. 195) применяются в тех же случаях, что и дисковые, однако их следует применять только в случае прямолинейных профилей (обточка задка); при фасонных поверхностях они дороже в изготовлении и менее удобны в эксплоатации.

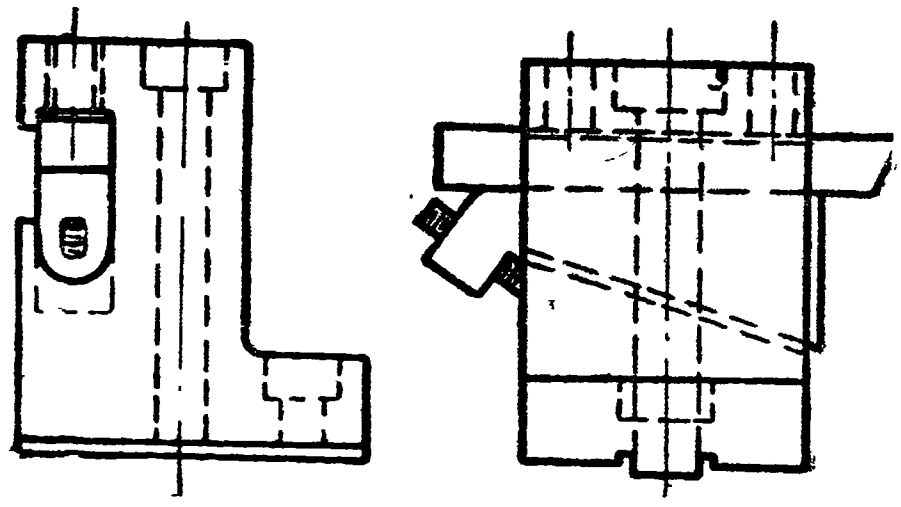
Тангенциальные и призматические резцы крепят в резцедержателях (фиг. 196).

В целях экономии материала эти резцы обычно изготовляются с наварными пластинками из быстрорежущей стали или с напаянными пластинками из металлокерамических твердых сплавов.

Инструмент для подрезки дульцевой части показан на фиг. 197. Обычный дисковый резец (фиг. 197, *а*) применяется в тех случаях, когда припуск материала значительный и удаляется при перпендикулярном оси движении резца. Резец второго типа (фиг. 197, *б*) приме-

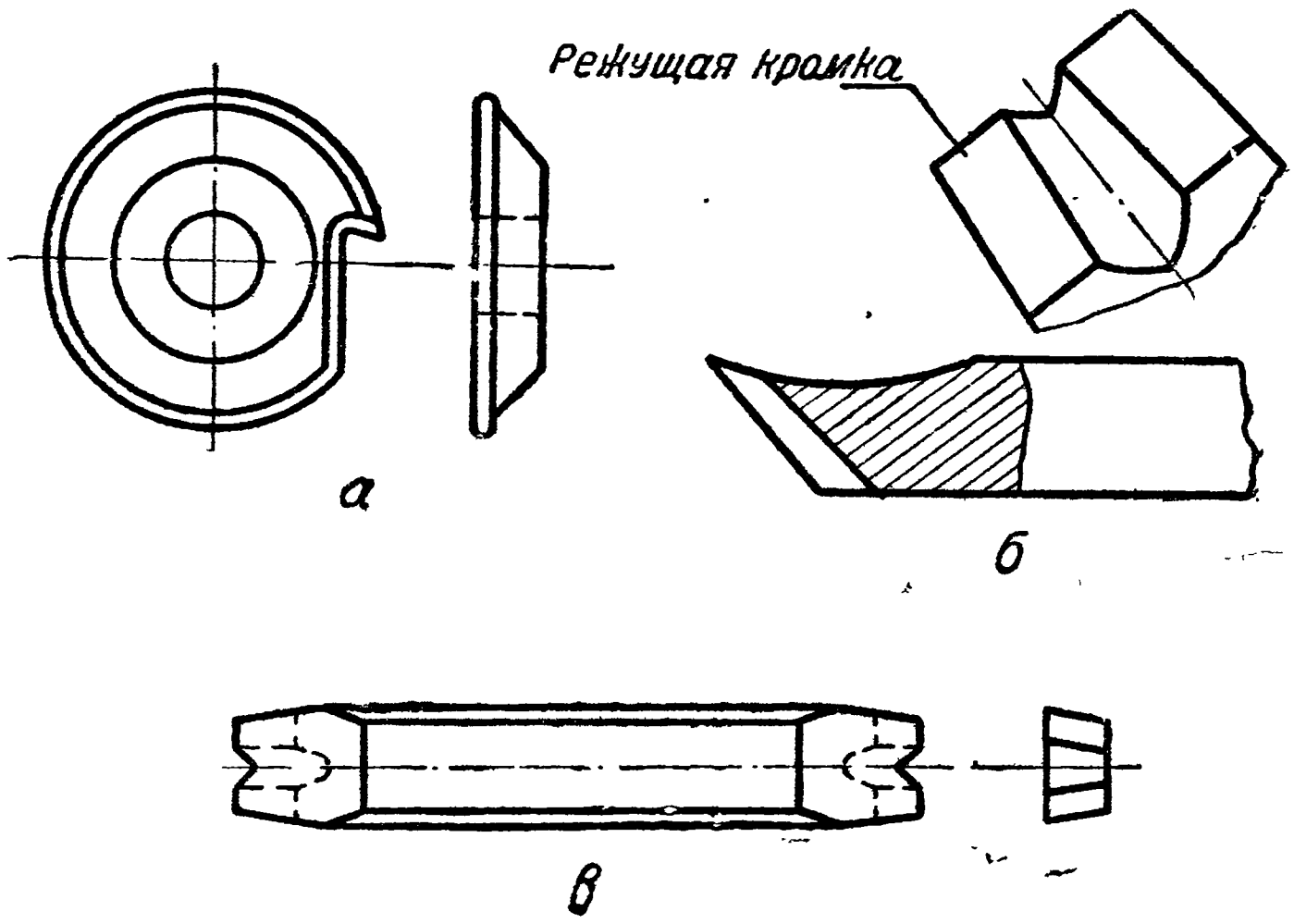


Фиг. 195. Радиальный резец.



Фиг. 196. Крепление тангенциальных и радиальных резцов.

няется при торцевой подрезке на горизонтальных станках при движении резца вдоль оси гильзы.



Фиг. 197. Резцы для подрезки дульца:
а—дисковой резец; *б*—пластинчатый резец; *в*—пластинчатый резец с державкой.

§ 6. Проектирование режущего инструмента

Дисковые фасонные резцы

Дисковые резцы в зависимости от обрабатываемого материала изготовляют как с передним углом, так и без него. Величина переднего угла рекомендуется для:

латуни марки Л-68—Л-70	0—5°
мягкой стали с σ_c=35—45 *мм*	15—20°
инструментальной стали марки У12А	5—10°

Для получения заднего угла α и тем самым — чистой поверхности изделий переднюю грань резца затачивают не радиально, а ниже оси резца (фиг. 198 и 199) на величину h. Величина заднего угла α, а сле-

довательно, и величины среза h, зависят от свойств обрабатываемого материала. Ниже приводятся значения задних углов α для наиболее распространенных материалов:

сталь инструментальная марки У12	8°
сталь мягкая из биметалла	12°
сталь к биметалл наклепанные	10°
латунь мягкая марки Л-68—Л-70	8°
латунь наклепанная марки Л-68—Л-70	10°

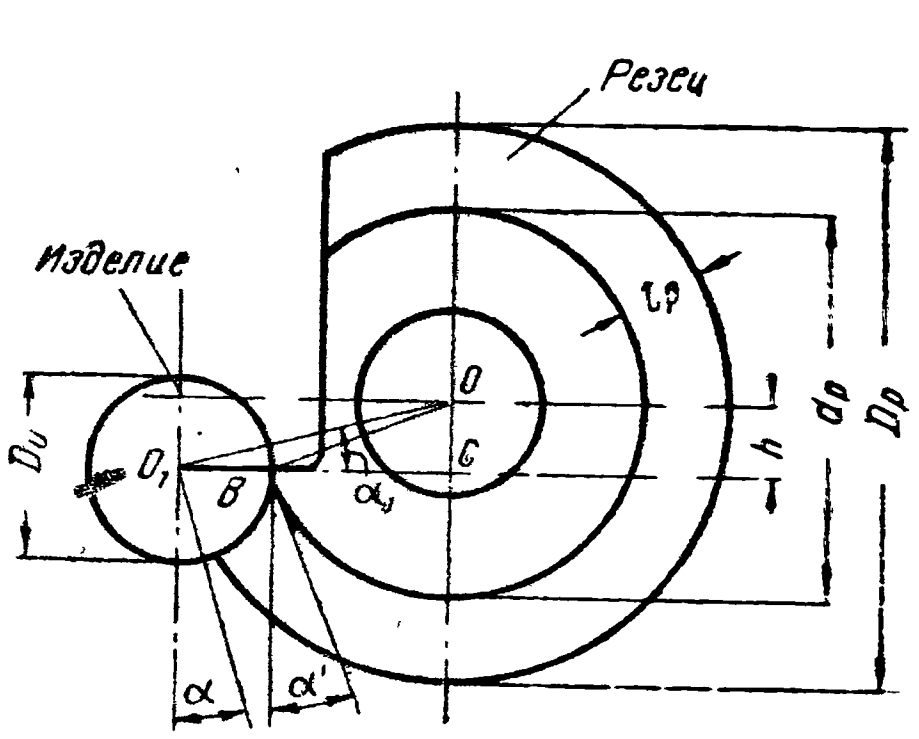
Величина h определится из формул:

$h = R \sin \alpha$ — для резцов без переднего угла и

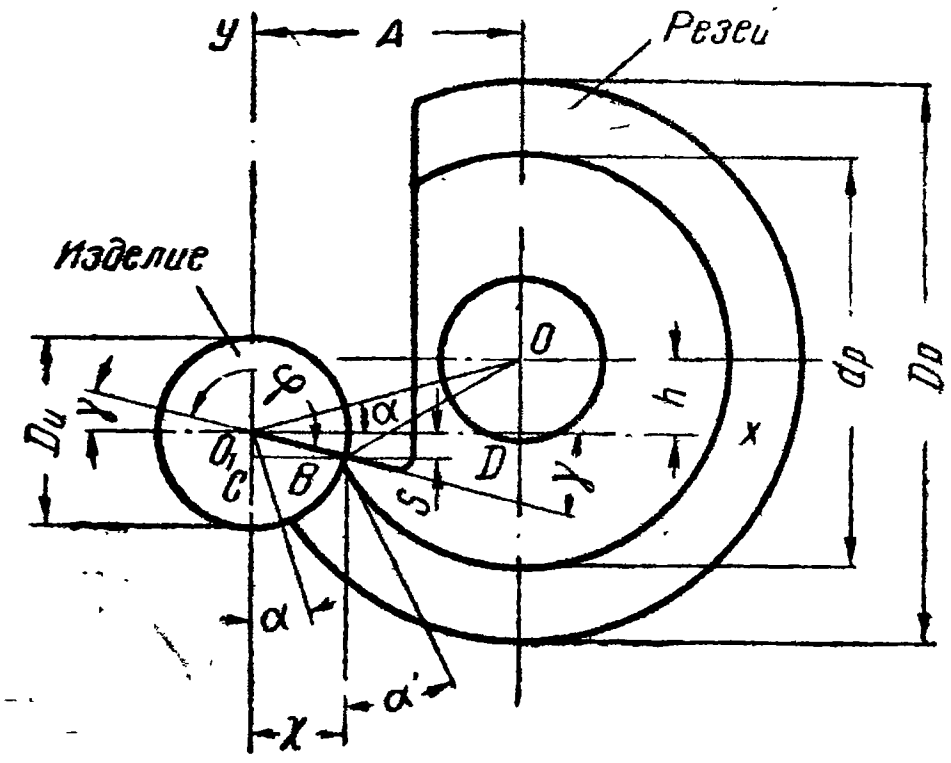
$H = R \sin (\alpha + \gamma)$ — для резцов с передним углом,

где R — радиус дискового резца, равный $\frac{D_р}{2}$.

Независимо от того, изготовлен ли резец с передним углом γ или без него, при заточке его по плоскости, находящейся ниже центра,



Фиг. 198. Дисковый резец без переднего угла.



Фиг. 199. Дисковый резец с передним углом.

профиль в этой плоскости не совпадет с профилем, по которому он изготовлен. Так, например, у резцов, предназначенных для обработки оживальной части сердечника, искажается глубина профиля резца, а следовательно, и радиус оживальной части последнего. Величина искажения может быть найдена аналитическим и графическим способами.

А. Аналитический метод расчета искажения и глубины профиля резца

Случай первый — передний угол $\gamma = 0$.

На фиг. 198 показано взаимное расположение резца и изделия в конце обработки; обозначим через:

$R_р = \frac{D_р}{2}$ — наибольший радиус резца;

$r_р = \frac{d_р}{2}$ — наименьший радиус резца;

h — величина смещения центра резца;

$R_{из} = \frac{D_{из}}{2}$ — наибольший радиус изделия;

$t_р$ — глубина профиля резца;

α — задний угол у точки, лежащей на наибольшем диаметре резца.

В нашу задачу входит определение величины $t_р$:

$$t_р = R_р - r_р.$$

Величиной $R_р$ обычно задаются; следовательно, чтобы найти $t_р$, необходимо знать $r_р$.

Из треугольника OBC (фиг. 198)

$$r_р = OB = \sqrt{BC^2 + OC^2},$$

но

$$BC = O_1C - O_1B,$$

где

$$O_1C = O_1O \cos\alpha = R_р \cos\alpha$$

и

$$O_1B = R_{из};$$

следовательно,

$$BC = R_р \cos\alpha - R_{из}$$

и

$$OC = O_1O \sin\alpha = R_р \sin\alpha.$$

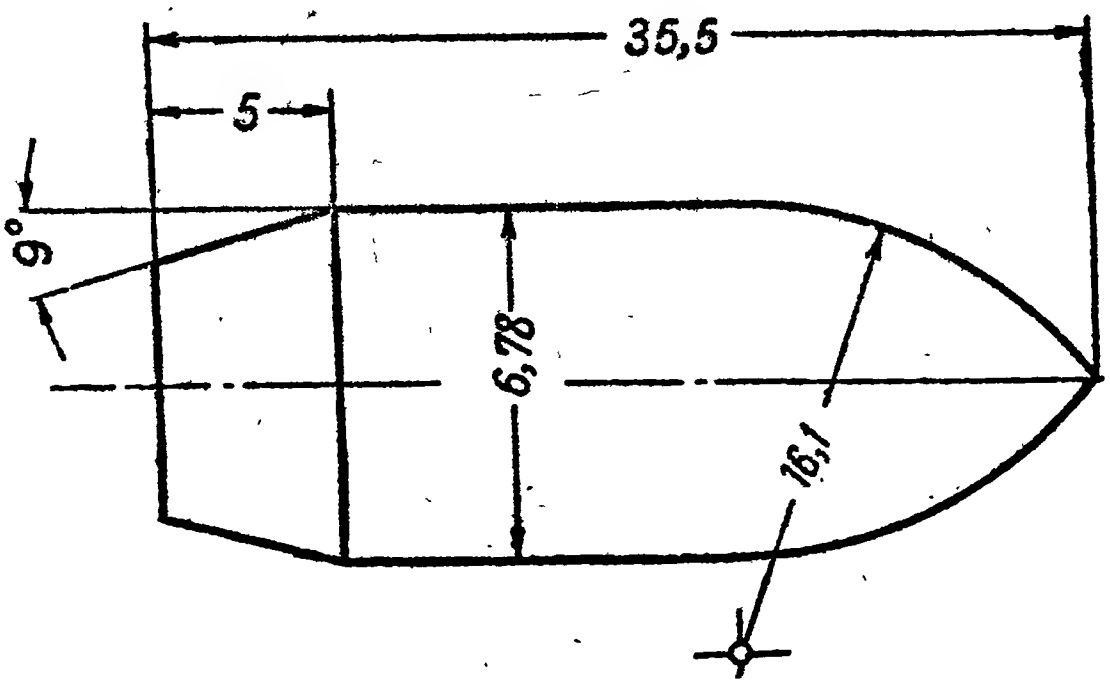
Подставляя в формулу для $r_р$ найденные значения, имеем:

$$r_р = \sqrt{(R_р \cos\alpha - R_{из})^2 + (R_р \sin\alpha)^2} =$$

$$= \sqrt{R_р^2 \cos^2\alpha + R_{из}^2 - 2R_р R_{из} + R_р^2 \sin^2\alpha} =$$

$$= \sqrt{R_р^2 + R_{из}^2 - 2R_р R_{из} \cos\alpha}.$$

Пример. Определить глубину профиля дискового резца, применяемого для обработки сердечника (фиг. 200).



Фиг. 200. Сердечник.

Дано $D_р = 50$ *мм*, $D_{из} = 6,78$ *мм*, $\alpha = 8°$.

Определяем величину смещения:

$$h = \frac{D_р}{2} \sin\alpha = \frac{50}{2} \sin 8° = 25 \cdot 0,13917 = 3,479;$$

принимаем $h = 3,5$ *мм*.

Глубина профиля резца

$$t_р = R_р - r_р, \text{ но } r_р = \sqrt{R_р^2 + R_{из}^2 - 2R_р R_{из} \cos\alpha}$$

или, подставляя численные значения, имеем:

$$r_р = \sqrt{25^2 + 3,39^2 - 2 \cdot 25 \cdot 3,39 \cos 8°} =$$

$$= \sqrt{625 + 11,49 - 167,850} = \sqrt{468,99} = 21,65,$$

откуда

$$t_р = R_р - r_р = 25 - 21,65 = 3,35.$$

Зная $r_р$, можно определить задний угол для точек, лежащих на этом радиусе.

$$\sin \alpha' = \frac{h}{r_р} = \frac{3,5}{21,65} = 0,16166$$

или

$$\alpha' = 9°18'.$$

Случай второй — передний угол $\gamma > 0$.

Взаимное расположение изделия и резца показано на фиг. 199. Обозначения те же, что и для первого случая.

На фиг. 199 видно, что точка B находится одновременно на окружности изделия радиуса $R_{из}$ и на режущей кромке резца O_1B; следовательно, для определения координат точки B (x, y) достаточно решить совместно уравнения окружности изделия и режущей кромки резца $O_1 B$.

Для этого располагаем оси координат в центре изделия O_1, тогда уравнение окружности изделия

$$x^2 + y^2 = R^2$$

и

уравнение режущей кромки O_1B

$$y = Kx,$$

где $K = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} (180° - \gamma) = - \operatorname{tg} \gamma$, следовательно,

$$y = - \operatorname{tg} \gamma \cdot x.$$

Для окружности с меньшим радиусом резца $r_р$, отнесенной к осям координат, проходящих через центр резца, уравнение имеет следующий вид:

$$(A - x)^2 + (h + y)^2 = r_р^2$$

или

$$r_р = \sqrt{(A - x)^2 + (h + y)^2},$$

где из треугольников O_1OD и O_1BC:

$$A = R_р \cos \alpha;$$

$$h = R_р \sin \alpha;$$

$$x = R_{из} \cos \alpha;$$

$$y = - \operatorname{tg} \gamma \cdot x = - R_{из} \cos \alpha \operatorname{tg} \gamma.$$

Подсчитав A, h, x и y и подставив найденные значения, найдем $r_р$, следовательно, и $t_р$, так как

$$t_р = R_р - r_р.$$

Пример. Определить для случая, указанного в предыдущем примере, значение $t_р$ при переднем угле $\gamma = 10°$.

$$A = R_р \cos \alpha = 25 \cdot 0,99027 = 24,75.$$

$$h = R_р \sin \alpha = 25 \cdot \sin 8° = 25 \cdot 0,13917 = 3,5.$$

$$x = R_н \cos \alpha = 3,39 \cdot 0,99027 = 3,357.$$

$$y = - \operatorname{tg} \gamma x = - \operatorname{tg} 10° \cdot x = - 0,17633 \cdot 3,357 = - 0,592.$$

$$(A - x)^2 = (24,750 - 3,357)^2 = 21,393^2 = 457,66.$$

$$(h + y)^2 = (3,5 - 0,592)^2 = 2,908^2 = 8,46.$$

$$r_р = \sqrt{457,66 + 8,46} = 21,6.$$

$$t_р = R_р - r_р = 25 - 21,6 = 3,4 \text{ мм}.$$

Б. Определение радиуса кривизны профиля
(фиг. 201)

Обозначим:

O_1 — центр радиуса кривизны изделия;

O — центр радиуса кривизны резца;

C — расстояние между центрами радиусов кривизны изделия:

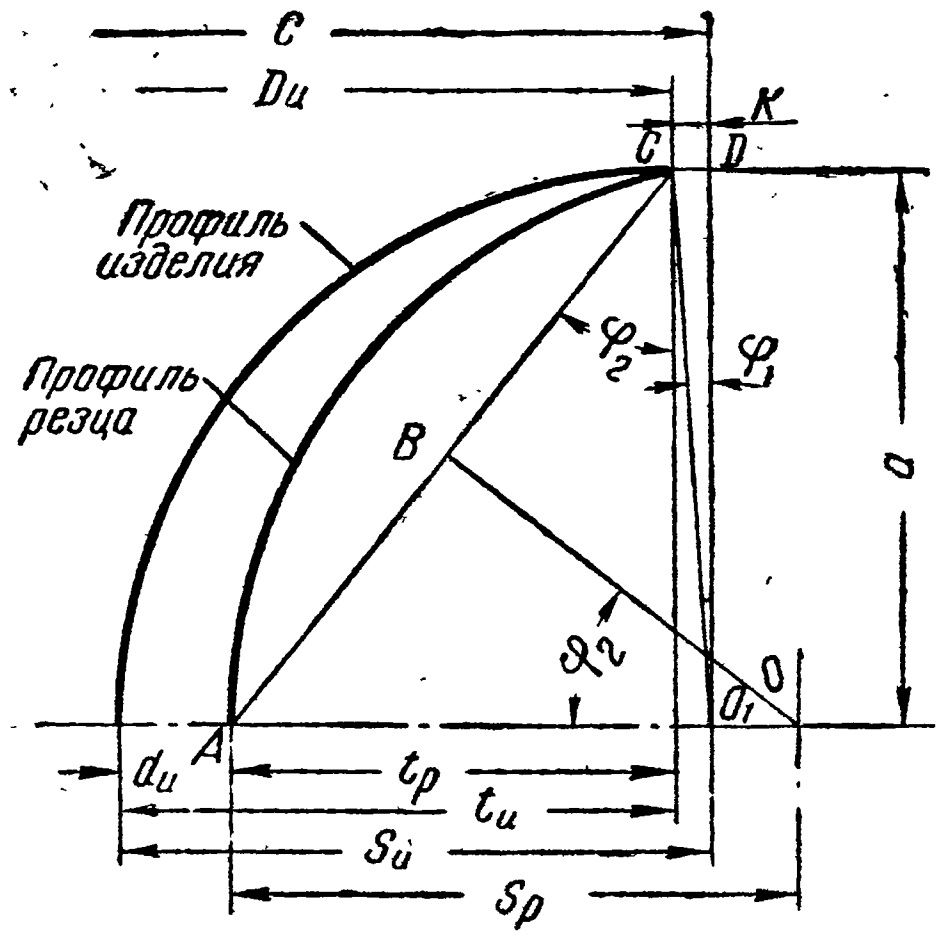
$$C = d_и + 2S_и,$$

где $S_и$ — радиус кривизны изделия;

$S_р$ — радиус кривизны резца (искаженный);

$t_и$ — глубина профиля изделия;

$t_р$ — глубина профиля резца.



Фиг. 201. Определение радиуса кривизны.

Из треугольника OBA определяем:

$$S_р = \frac{AB}{\sin \varphi_2};$$

из треугольника O_1CA

$$AB = \frac{O_1C}{2 \cos \varphi_2},$$

но $O_1C = a$, следовательно,

$$AB = \frac{a}{2 \cos \varphi_2}.$$

Подставляя найденное значение AB, получим:

$$S_р = \frac{AB}{\sin \varphi_2} = \frac{a}{2 \sin \varphi_2 \cos \varphi_2} = \frac{a}{\sin 2\varphi_2},$$

где значения a и φ_1 находим из прямоугольного треугольника O_1CD, а значение φ_2 из прямоугольного треугольника O_1CA по формулам:

$$a = K \operatorname{ctg} \varphi_1;$$

$$K = \frac{1}{2}(C - D_и);$$

$$C = d_и + 2S_и;$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{CD}{O_1C} = \frac{K}{S_и};$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{AO_1}{O_1C} = \frac{t_р}{a}.$$

Таким образом для подсчета искажения радиуса кривизны резца $S_р$ нужно определить $\sin\varphi_1$, K, C, a, $\operatorname{tg}\varphi_2$ и $t_р$.

Пример. Для изделия и резца найти искаженный радиус $S_р$ по радиусу изделия $S_и$=16,1.

$$C = d_и + 2S_и, \text{ но } d_и = 0;$$

следовательно,

$$C = 2S_и = 2 \cdot 16{,}1 \doteq 32{,}2;$$

$$K = \frac{1}{2}(C - D_и) = \frac{1}{2}(32{,}2 - 6{,}78) = 12{,}71;$$

$$\sin\varphi_1 = \frac{K}{S_и} = \frac{12{,}71}{16{,}10} = 0{,}78944;$$

$$\varphi_1 = 52°8';$$

$$a = K \operatorname{ctg}\varphi_1 = 12{,}71 \cdot 0{,}77754 = 9{,}88;$$

$$t_р = R_р - r_р = 3{,}55 \text{ (см. пример)};$$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{t_р}{a} = \frac{3{,}55}{9{,}88} = 0{,}33906;$$

$$\varphi_2 = 18°44';$$

$$S_р = \frac{a}{\sin 2\varphi_2} = \frac{9{,}88}{\sin 37°28'} = \frac{9{,}88}{0{,}60830} = 16{,}25.$$

Если профиль очерчен прямыми, то необходимо помимо радиальных искажений подсчитать искажения угла.

Выше мы привели подсчет только для одной точки; совершенно очевидно, что при наличии сложного профиля расчет искажения необходимо вести для всех точек.

В. Графический метод расчета дисковых фасонных резцов (фиг. 202)

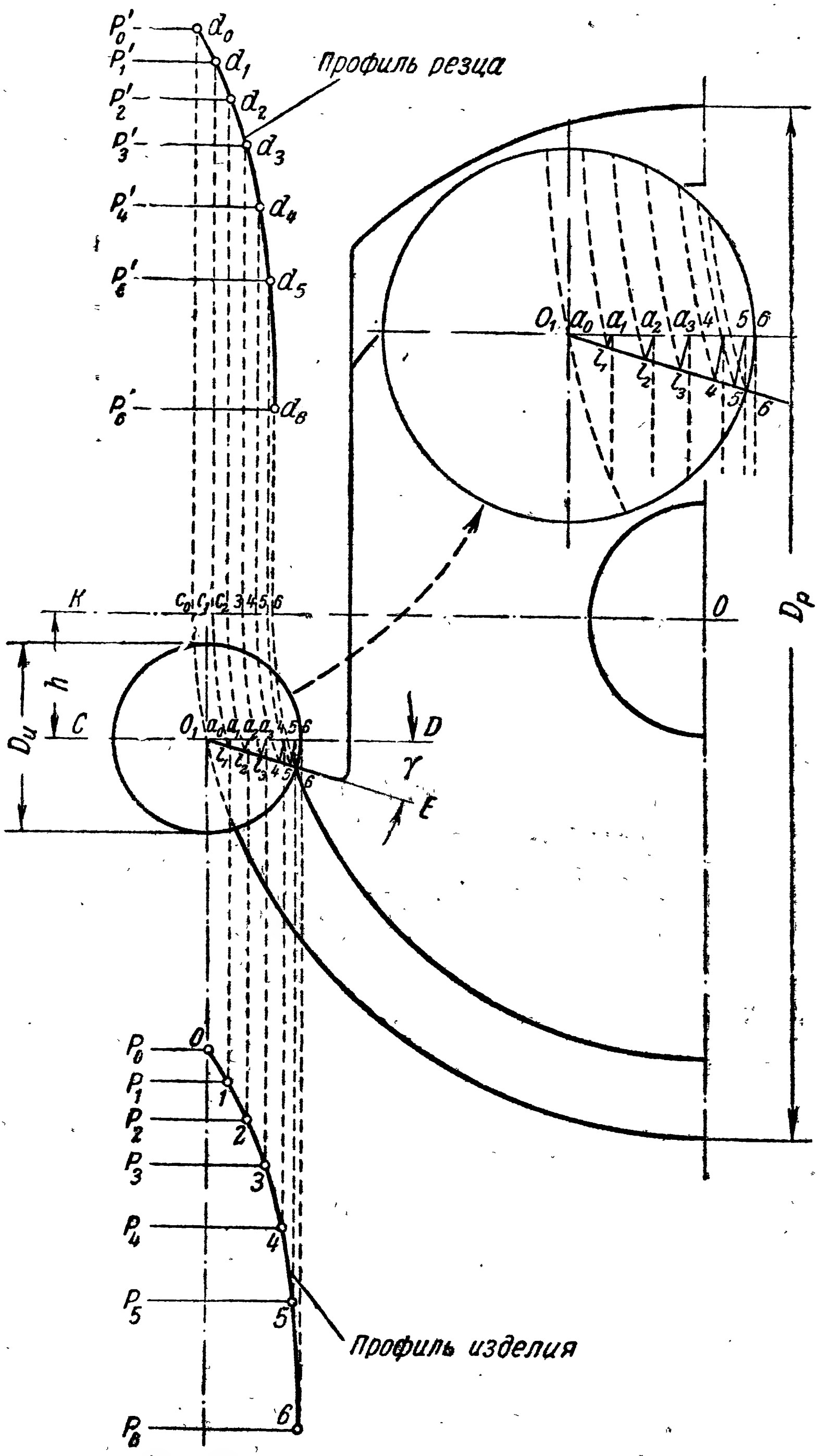
Случай первый — передний угол $\gamma > 0$.

Для построения профиля резца необходимо задаться диаметром резца $D_р$ и высотой смещения h для образования заднего угла. Построение рекомендуется вести в масштабе 5 : 1 или 10 : 1. Чем крупнее масштаб, тем нагляднее и точнее результаты построения.

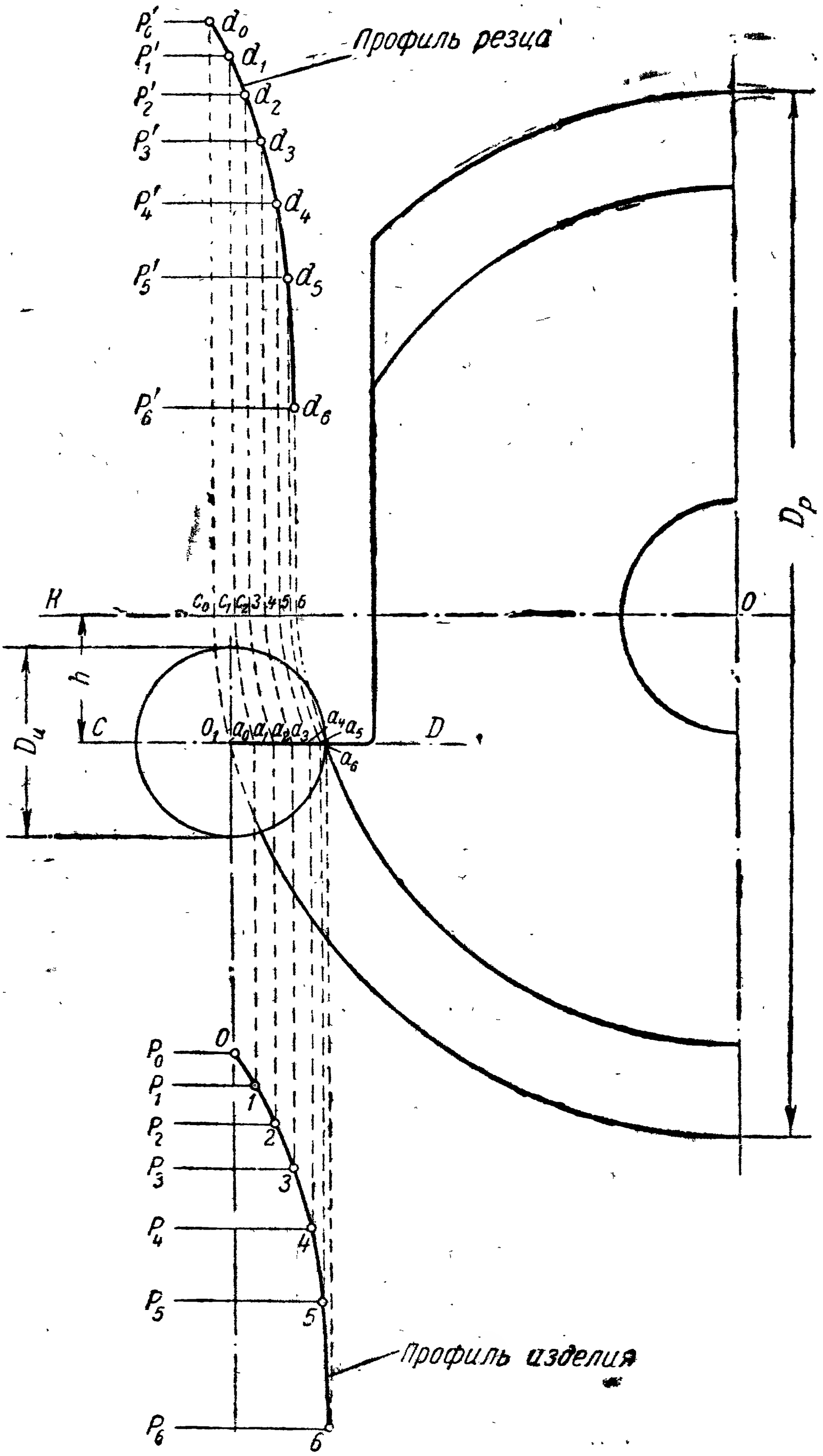
Вычерченное в выбранном масштабе изделие рассекаем рядом параллельных секущих плоскостей P_1, P_2, P_3. Переносим точки пересечения указанных плоскостей с контуром профиля, т. е. точки *0, 1, 2, 3* и т. д., на ось изделия CD; так как действительный профиль изделия находится в этой осевой плоскости, получаем точки a_1, a_2, a_3, a_4.

Чтобы найти соответствующие точкам a_1, a_2, a_3, a_4 точки l_1, l_2, l_3, l_4 и т. д., на режущей кромке резца O_1E из центра изделия O_1 радиусами O_1a, O_1a_2, Oa_3 и т. д. проводим дуги до пересечения с режущей кромкой резца; тогда точки пересечения l_0, l_1, l_2 и т. д. будут искомыми точками.

Далее отыскиваем действительный профиль резца, находящегося в радиальной плоскости, проходящей через центр резца O. Для этого из центра O проводим дуги радиусами, равными Ol_0, Ol_1, Ol_2 и т. д., до пересечения с осью резца OK, в результате чего получаем точки c_0, c_1, c_2, c_3 и т. д., находящиеся на действительном профиле резца. Наличие этих точек позволяет построить профиль резца, для чего проводим горизонтальные прямые P'_1, P'_2, P'_3, P'_4 и т. д., находящиеся на расстояниях, равных расстоянию между соответствующими секущими плоскостями, и сносим найденные точки c_0, c_1, c_2, c_3 и т. д. на соответствующие горизонтальные прямые P_1, P_2, P_3, P_4. Проводя из точек c_0, c_1 и т. д. вертикальные прямые до пересечения с горизонтальными и соединяя



Фиг. 202. Графический расчет дисковых резцов с передним углом.



Фиг. 203. Графический расчет дисковых резцов без переднего угла.

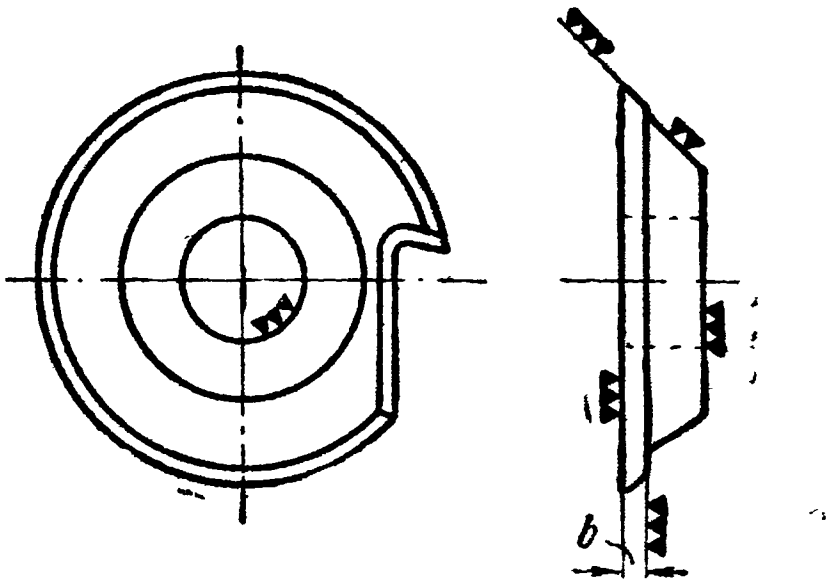
эти точки с d_0, d_1, d_2 и т. д., получим профиль резца с учетом искажения.

Случай второй — передний угол $\gamma=0$ (фиг. 203).

Порядок построения такой же, как и в первом случае, с той только разницей, что ось изделия CD совпадает с передней гранью резца OC, вследствие чего точки a_0, a_1, a_2 и т. д. сливаются с точками l_0, l_1, l_2 и т. д.; это позволяет ограничиться только приведением фиг. 203, показывающей порядок построения профиля резца.

Г. Дисковые отрезные резцы
(фиг. 204)

Диаметр дискового отрезного резца выбирается конструктивно и обычно лежит в пределах 40—50 *мм*. Ширина резца берется в зависи-



Фиг. 204. Дисковый отрезной резец.

мости от диаметра прутка и толщины E стенок для деталей трубчатой формы. При выборе ширины рекомендуется пользоваться табл. 89.

Таблица 89

Ширина режущих кромок b у дисковых отрезных резцов в зависимости от диаметра прутка

Диаметр материала *мм*	Резцы для		
	латуни марки Л-68—Л-70	стали и биметалла σ_b=35—45 *кг/мм²*	стали инструментальной $\sigma_в$>50 *кг/мм²*
2	0,8	1	1,2
10	2,0	2,4	2,7
20	2,8	3,4	3,8
30	3,4	4,2	4,5

При обрезке полых изделий ширина кромки для диаметров до 20 *мм* b=1,5, а больше 20 *мм* b=2,0; угол равен 45°.

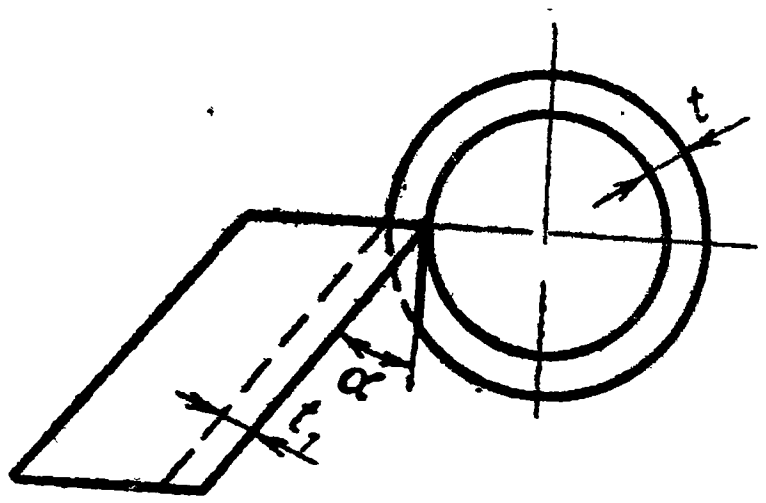
Режущую кромку у резцов целесообразно делать скошенной, так как такие резцы легче режут материал и дают более чистую поверхность.

Угол скоса зависит от обрабатываемого материала; наиболее оптимальные величины углов при отрезке прутков для латуни до 25°, мягкой стали 12—15°, углеродистой инструментальной стали 5—10°.

Остальные параметры фасонных и отрезных дисковых резцов, как-то: глубина выреза, диаметр отверстия под оправку и т. д., берутся конструктивно.

Д. Призматические фасонные резцы
(фиг. 205)

Призматические фасонные резцы устанавливаются по отношению к обрабатываемой детали таким образом, чтобы задний угол α получился 10°. Величина переднего угла у этих резцов зависит от свойств обрабатываемого материала. Значения передних углов такие же, как и у дисковых резцов.



Фиг. 205. Схема призматического резца.

Профиль призматических резцов в отношении его глубины по сравнению с профилем детали делается искаженным и определяется формулой:

$$t_1 = t\cos(\alpha+\gamma).$$

В отличие от дисковых резцов в призматических резцах величина искажения пропорциональна глубине профиля.

Если профиль изделия имеет угол, то искажение угла определяют по формуле:

$$\operatorname{tg}\frac{\varepsilon_1}{2} = \frac{\operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{2}}{\cos(\alpha+\gamma)}.$$

§ 7. Точность изготовления и контроль изделий

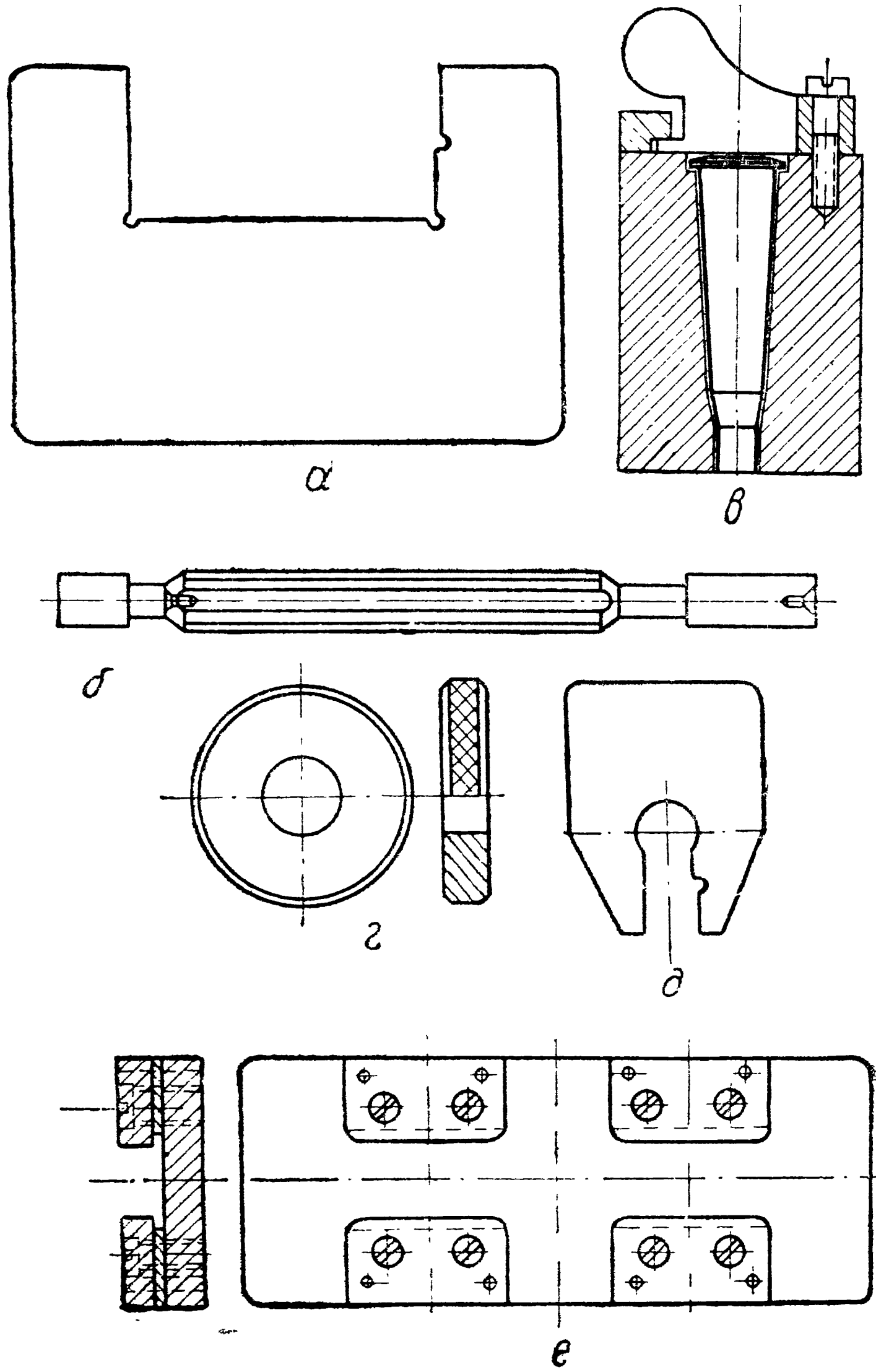
Точность изготовления изделий резанием со снятием стружки зависит от оборудования, состояния режущих кромок, размеров изделия и способа крепления и определяется по табл. 90.

Таблица 90

Экономически достижимая степень точности при обработке резанием на специальных станках патронного производства, *мм*

Операции	Тип станка	Точность обработки при диаметре *мм*			
		до 6	6—12	12—20	выше 20
Обточка шляпки	Специальный токарный станок	0,08	0,08	0,1	0,2
Выточка выемки	То же	0,08	0,1	0,15	0,25
Обточка задка и оживала у сердечника	„ „	0,08	0,1	0,12	0,2

Экономически достижимая степень точности (в *мм*) при подрезке дульцевой части зависит от типа станка и способа крепления и может быть принята для:



Фиг. 206. Мерительный инструмент для токарной обработки гильз:

а—скоба на длину; *б*—пробка по внутреннему диаметру дульца; *в*—камора с затвором; *г*—кольцо по диаметру шляпки; *д*—скоба на проточку; *е*—салазки на высоту фланца гильзы.

1) подрезки на горизонтальных станках при креплении в специальных втулках, имеющих расточку, по форме гильзы

0,1—0,2 *мм* при длине до 50 *мм*,
0,15—0,25 *мм* при длине больше 50 *мм*;

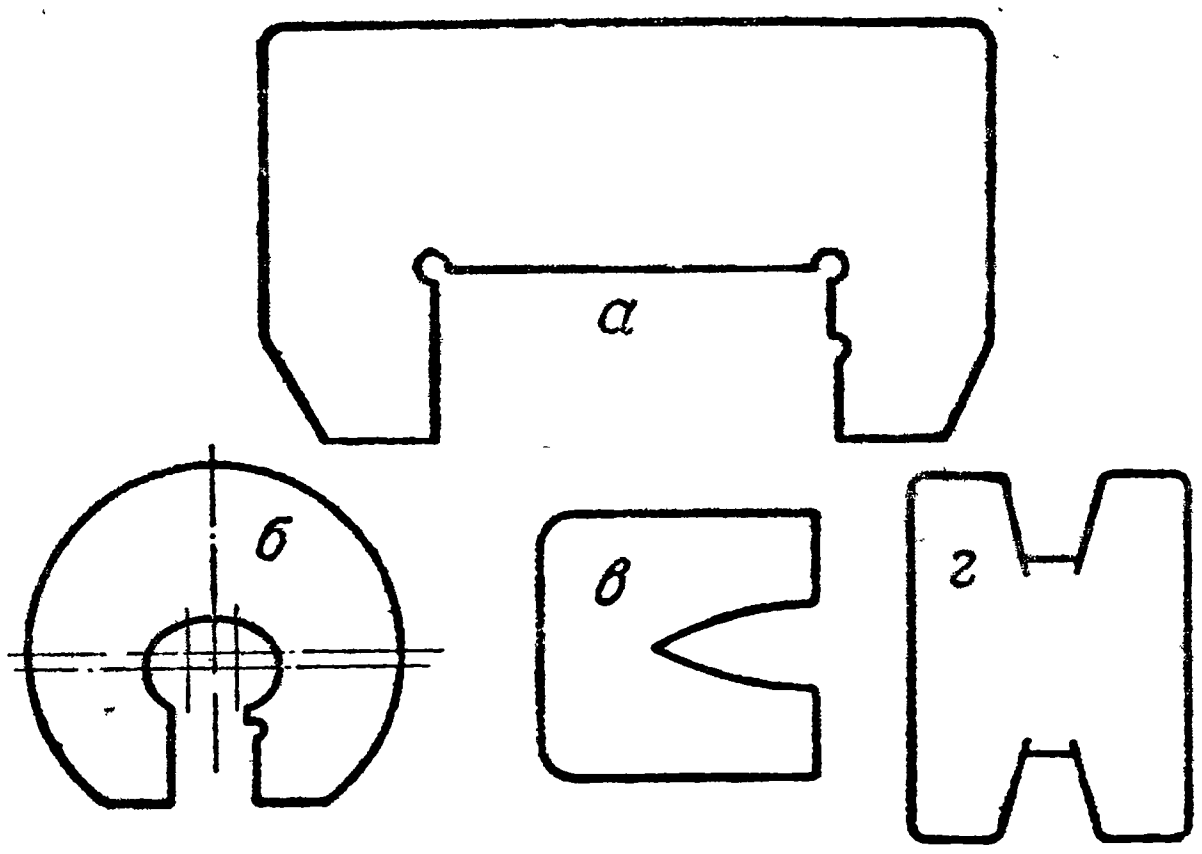
2) подрезки на горизонтальных станках при креплении в цанги
0,08—0,15 *мм* при длине до 50 *мм*,
0,15—0,2 *мм* при длине больше 50 *мм*;

3) подрезки на вертикальных станках при креплении в специальных клещах 0,2—0,35 *мм*.

Экономически достижимая степень точности (в *мм*) при подрезке торца у бронебойных сердечников для пуль тройного действия зависит от типа станка, конструкции приспособления и рода инструмента и может быть принята при:

1) подрезке на автоматах в специальном приспособлении при помощи резца 0,1—0,2 *мм;*

2) подрезке на плоскошлифовальном станке в приспособлении 0,15—0,25 *мм.*



Фиг. 207. Мерительный инструмент для токарной обработки сердечника:
***а*—скоба на длину; *б*—скоба по диаметру; *в*—шаблон на оживало; *г*—шаблон на задок сердечника.**

В процессе производства вследствие нарушения правил эксплоатации инструмента, оборудования или нарушения технологического процесса появляется брак; наиболее характерные виды брака при обточке шляпки и подрезке дульца приведены в табл. 91, а при изготовлении бронебойных сердечников — в табл. 92. Правильность изготовления проверяют шаблонами и калибрами. Набор мерительного инструмента для токарной обработки гильз показан на фиг. 206. Для токарной обработки сердечников применяют набор мерительного инструмента (фиг. 207).

Таблица 91

Виды брака при токарной обработке гильз и причины его появления

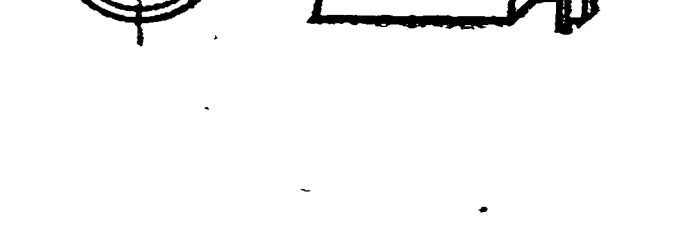
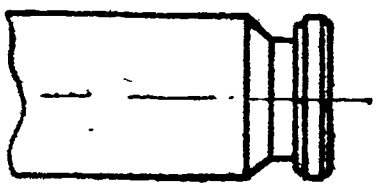
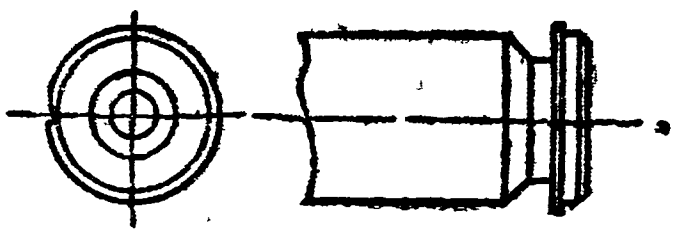
А. Гильзы со шляпкой, проходящие одновременно обточку шляпки и подрезку дульца

Виды брака	Причины
1. Царапины на торцевой поверхности шляпки	Заедание упорного ролика заталкивателя при наличии вращающейся гильзы; царапины также появляются, если поверхность ролика будет изношена
2. Изгиб гильзы	Неправильная регулировка клева по высоте, т. е. захваченная клевом гильза устанавливается не на линии центров, в результате чего, упираясь при заталкивании в край матрицы, гильза изгибается
3. Разрыв стенки гильзы	Скопление большого количества стружки около резца для шляпки, вследствие чего обточенная гильза, выталкиваемая из мат-

Продолжение

Виды брака	Причины
	рицы, остается лежать на стружке, а не падает вниз в ящик; когда резец подходит для обточки шляпки следующей гильзы, он, встречая лежащую на стружках гильзу, прижимает ее к поданной и, двигаясь дальше, сдавливает ее по корпусу и разрывает стенки
4. Неполная обточка шляпки	Подача на обточку заготовки с недоштампованной шляпкой, в результате чего резание для получения чертежного размера идет не по полному периметру, а по части. Если же допустить полную обточку, получится брак по диаметру шляпки
5. Заусенцы по краю шляпки или дульцу	Неправильная установка резца, неправильная заточка резца или его затупление
6. Эксцентрично обточенная гильза	Попадание на обточку горбатых гильз
7. Неправильные размеры и формы обточенной гильзы	Износ или плохая наладка отдельных деталей станка: направляющих супорта, изгиб оси ролика супорта и разладка станка при работе

Б. Гильзы с упором в скат (без шляпки)

Виды брака	Причины
1. Толстая и тонкая шляпка 	Неправильная наладка станка (не работает амортизатор); при неправильных размерах получается тонкая и толстая шляпка
2. Кольцевые царапины на шляпке; изменение диаметра капсюльного гнезда	Не вращается упорный ролик подающего пуансона
3. Ступенчатая шляпка 	Несовпадение резца с прежней обточкой на гильзе (при переобточке шляпок)
4. Заусенцы на шляпке 	Провертывание гильзы в цанге (изношенная цанга), незаконченная обточка, тупой резец

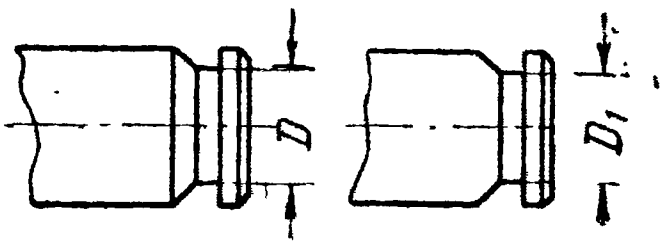
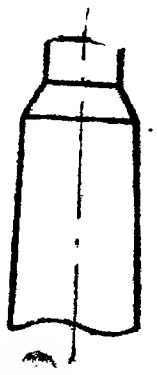
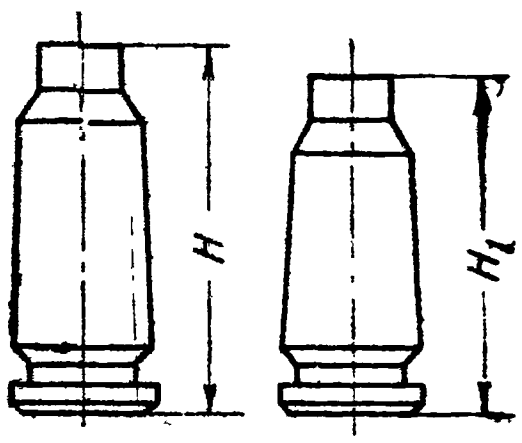
Виды брака	Причины
5. Дробленая обточенная поверхность	Вибрация резца (слабое крепление державки в супорте)
6. Толстая и тонкая шейка 	Неправильная наладка подачи резца, износ ролика, подающего супорт
7. Заусенцы на дульце 	Тупой резец
8. Длинные и короткие гильзы 	Неправильная регулировка или неправильная работа подачи (сработался ролик)

Таблица 92

Виды и причины брака при токарной обработке стальных бронебойных сердечников

Виды брака	Причины
1. Эксцентрично обточенные задок или оживальная часть	Бой шпинделя или неправильно изготовленная цанга
2. Дробленая обточенная поверхность	Вибрация резца и слабое крепление державки в супорте или изношенные салазки супорта
3. Косая торцевая поверхность	Неправильная установка изделия при торцевании

ГЛАВА XIII

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВИНЦОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

§ 1. Общие сведения

Изготовление свинцовых элементов патрона разбивается на два этапа: 1) изготовление свинцовых прутков и 2) изготовление элементов патрона из прутков.

Для изготовления свинцовых элементов патрона применяется сплав свинца и сурьмы. Содержание сурьмы в сплаве незначительно и обычно колеблется в пределах 1,5—2%. Такой добавкой исключается возможность налипания свинца на поверхность инструмента при изготовлении прутков и сердечников.

При увеличении содержания сурьмы увеличивается твердость сплава, а следовательно, и ухудшается штампуемость, в особенности тонкостенных колпачков (рубашек); кроме того, ухудшается и стойкость инструмента как при изготовлении прутков, так и изготовлении деталей из прутков.

Влияние сурьмы на механические качества свинца иллюстрируется табл. 93.

Таблица 93

Влияние сурьмы на механические свойства литого свинца и влияние естественного старения на сплав свинца и сурьмы

Сплав	Содержание, %			Твердость по Бринелю		
				Естественное старение		
	сурьмы	свинца	литой стали	10 дней	30 дней	60 дней
Свинец	—	100,0	4,3	3,7	3,7	3,7
Свинец+сурьма	0,5	Остальное	4,3	4,0	4,0	4,0
То же	1,0	То же	5,1	4,2	4,2	4,2
» »	1,5	» »	5,6	5	6	6,5
» »	2,0	» »	6,3	6,0	7,8	9,0
» »	3,0	» »	7,5	—	—	—
» »	5,0	» »	10	—	—	—

Необходимо стремиться к однородности сплава, поступающего на изготовление свинцовых элементов патрона. В случае несоблюдения этого условия при изготовлении сердечников получить удовлетворительную кучность невозможно. На кучность большое влияние оказы-

вает плотность монтажа; при изменении содержания сурьмы в сплаве плотность изменяется. Неравномерная нагрузка на инструмент нарушает наладку монтажного пресса и приводит к ухудшению кучности.

В табл. 94 приведены данные о влиянии неоднородности сплава, из которого изготовлены сердечники и смонтированы винтовочные пули, на кучность.

Таблица 94

Влияние однородности сплава по содержанию сурьмы на кучность винтовочных пуль

Характеристика сплава	Кучность (дистанция 300 *м*)	
	$R=100$	$R=50$
Чистый свинец	21,5	9,0
2%-ный сплав из сурьмы и свинца	21,0	9,0—9,5
5%-ный сплав из сурьмы и свинца	22,0	9,0—9,5
Часть прутков из чистого свинца, часть из 2%-ного сплава сурьмы и свинца	28,7	16,7
Часть прутков из свинца, часть из 5%-ного сплава сурьмы и свинца	41,2	18,1

Примечание. Кучность на дистанции 300 *м* для винтовочных патронов с легкой пулей калибра 7,62 по техническим условиям должна быть для:

$R=100$ 21,0
$R=50$ 10,5

Кроме того, при использовании разнородного сплава, из которого изготовлены сердечники для пуль и смонтированы пули, неизбежен значительный процент пуль и патронов, не удовлетворяющих по весу.

§ 2. Технология производства свинцовой проволоки и трубок

Свинцовую проволоку (прутки) получают двумя способами: а) горячим прессованием, б) холодным прессованием.

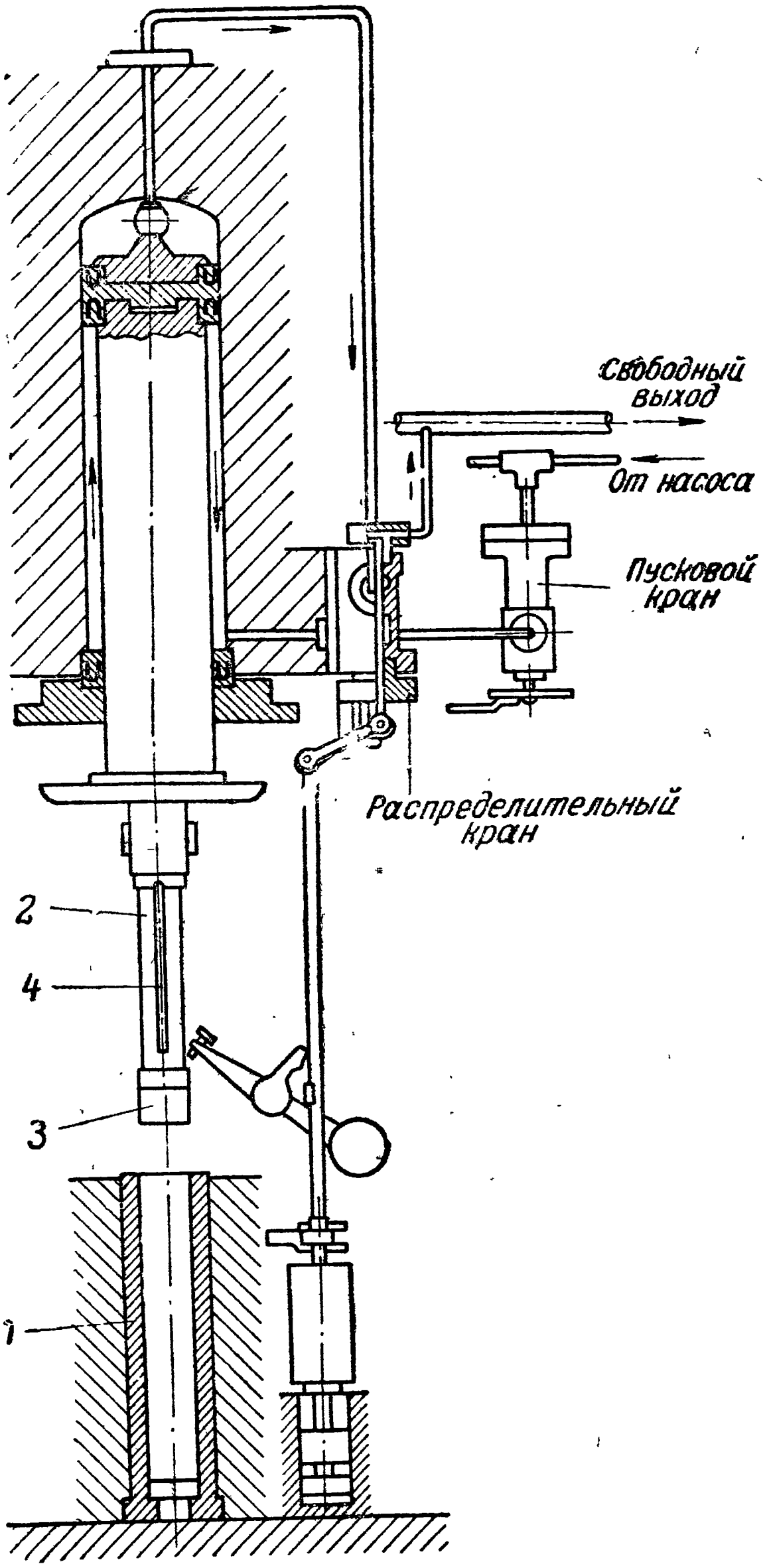
Изготовление прутков (проволоки) горячим прессованием включает:

1) плавку сплава свинца и сурьмы;
2) заливку сплава в контейнер и охлаждение до 160—170°;
3) прессовку проволоки;
4) намотку проволоки на катушку.

Плавка свинца и сурьмы производится в котловой печи, работающей на жидком или твердом топливе (материал ванны — чугун). Единовременная загрузка свинца составляет 500÷600 *кг*, что характеризует объем ее. В процессе плавки, т. е. по мере заливки сплава в контейнер пресса, в ванну добавляются свежий свинец (чушки) и мелкоизмельченная сурьма. Свинец добавляют порциями в 60—75 *кг* (вес одной чушки 40—50 *кг*). Количество добавляемой сурьмы зависит от химического состава свинца. Как и указывалось ранее, содержание сурьмы в сплаве не должно быть более 1,5—2,0%. Температура ванны (400—460°) проверяется в процессе плавки гальванометром с термопарой.

Во избежание окисления расплавленного свинца в ванне верхний слой его посыпается мелкоизмельченным древесным углем, толщиной слоя 50—60 *мм*. В процессе плавки необходимо периодически перемешивать

сплав березовым или осиновым шестом и при помощи сетчатого совка удалять шлак во избежание пузыристости сплава. Следует также проследить, нет ли загрязнения сплава, так как это приводит к образованию проволоки с раковинами, из которой изготовить изделия хорошего качества невозможно.

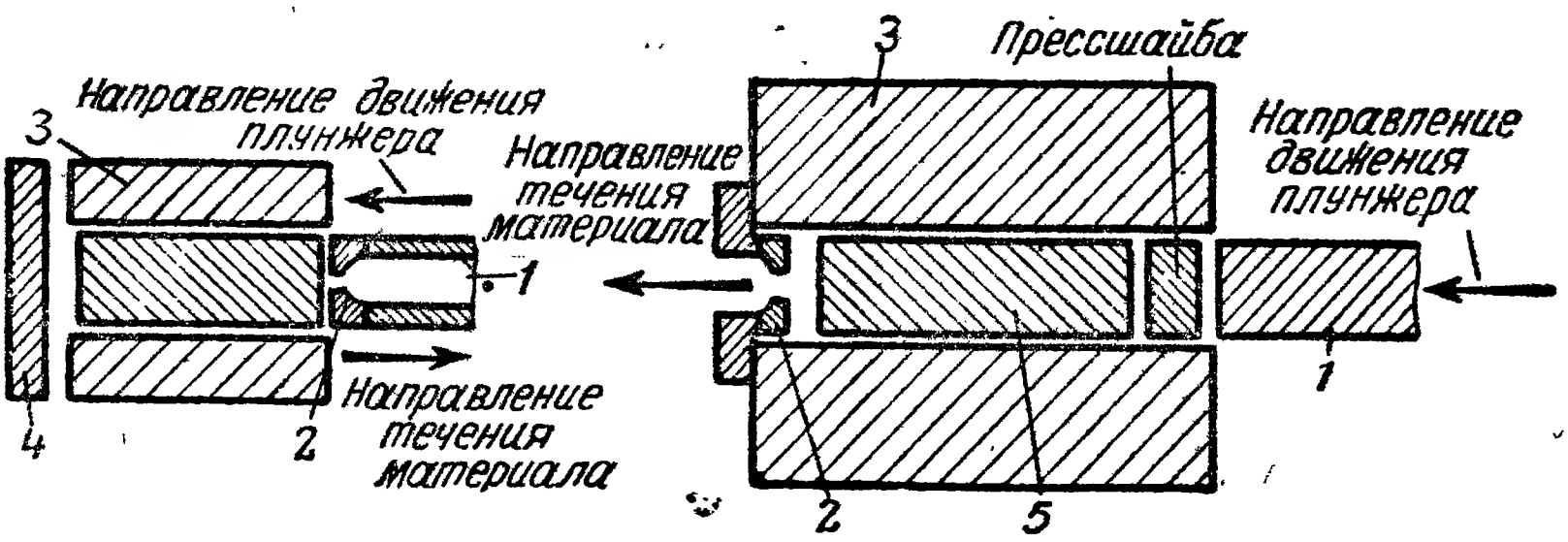


Фиг. 208. Схема гидравлического пресса для прессования свинцовой проволоки.

Расплавленный сплав свинца и сурьмы по лотку через металлический фильтр-сетку, задерживающую шлаки и воронку, поступает в контейнер *1* пресса (фиг. 208), где и охлаждается до температуры 160—170° (в средней части) в течение 3—4 мин. Так как в процессе прессования температура все время будет падать, что уменьшит скорость истечения, желательно иметь подогрев контейнера, который бы гарантировал температуру не ниже 120—130°. На некоторых заводах

целях быстрого охлаждения залитого в контейнер сплава на поверхность последнего заливают жидкость следующего состава: на 10—12 *л* воды 80 *г* мыла и 250 *г* вазелина или 125 *г* вазелина и 125 *г* машинного масла.

Когда сплав достаточно охладится, приступают к прессованию. Процессу прессования предшествует уплотнение сплава. Проволоку прессуют двумя методами: прямым и обращенным [1]. При прямом методе прессования металл течет в направлении движения плунжера, а при обращенном или, как его иногда называют, обратном, металл течет в направлении, обратном движению полого плунжера, на конце которого установлена матрица *1*. При движении плунжера *2* (фиг. 208) через матрицу *3*, закрепленную на конце последнего, происходит исте-



Фиг. 209. Схемы прессования по прямому и обращенному методам.

чение сплава в виде прутка. Полученный прессовкой в матрицах пруток через прорезь *4* в плунжере поступает на ролик и моталкой наматывается в круги. Часть металла после прессовки остается в контейнере, но следующая порция залитого горячего металла расплавляет его. Намотку прутка следует вести плавно, без натяга, так как это может вызвать изменение размеров и даже разрыв проволоки.

При холодном прессовании изготовление прутков (проволоки) складывается из:

а) закладки предварительно подготовленного слитка в контейнер;

б) прессовки проволоки;

в) намотки проволоки на катушку.

При холодном прессовании сплав не плавится и не заливается в контейнер; в остальном процесс аналогичен и не требует особых пояснений.

Из сопоставления двух способов получения свинцовых прутков (проволоки) следует, что при горячем способе необходимо иметь специальное помещение для печей; коэфициент использования пресса при этом способе сравнительно мал, при холодном же способе необходимо иметь более мощные гидравлические прессы.

Известны два метода прессования проволоки: прямой и обращенный (фиг. 209).

При прямом методе плунжер *1*, встречая на своем пути жидкий металл или слиток *5*, находящийся в контейнере *3*, сжимает его, вызывая истечение через матрицу *2* в направлении, совпадающем с направлением движения плунжера.

При прессовании по прямому методу имеет место сопротивление двух родов:

а) сопротивление истечению металла через матрицу;

б) сопротивление слитка передаче давления от поверхности, на которую давит плунжер, к поверхности, соприкасающейся с матрицей.

---

[1] Более подробно о каждом методе будет сказано ниже.

Это сопротивление возникает вследствие трения между слитками и стенками контейнера.

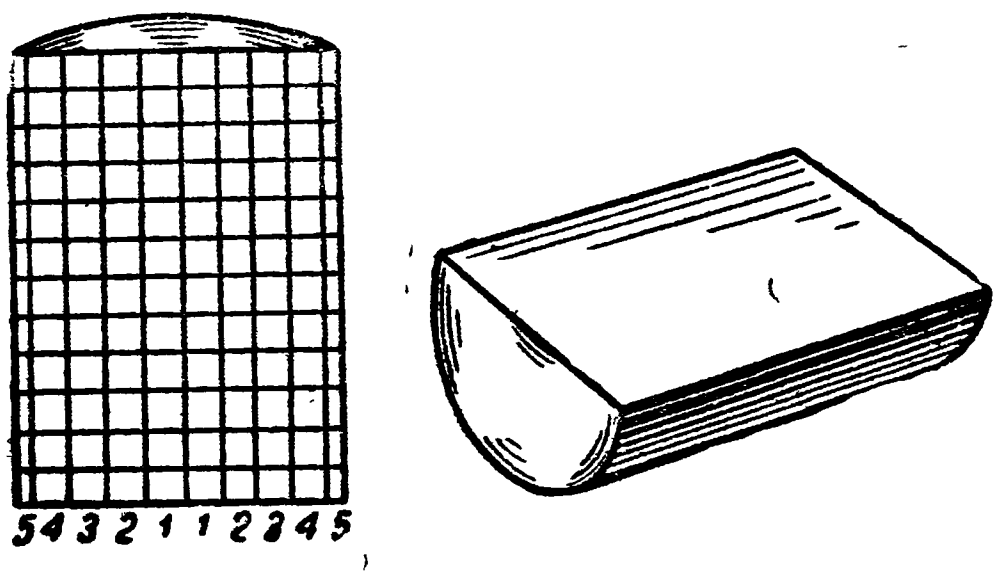
При обращенном методе, т. е. когда металл течет в направлении, обратном движению плунжера, на конце которого установлена матрица, сопротивление слитка отсутствует и наблюдается только сопротивление истечению металла через отверстие в матрице. Вследствие этого удельное давление истечению меньше.

Сравнивая оба способа применительно к получению только свинцовой проволоки, мы приходим к следующим выводам:

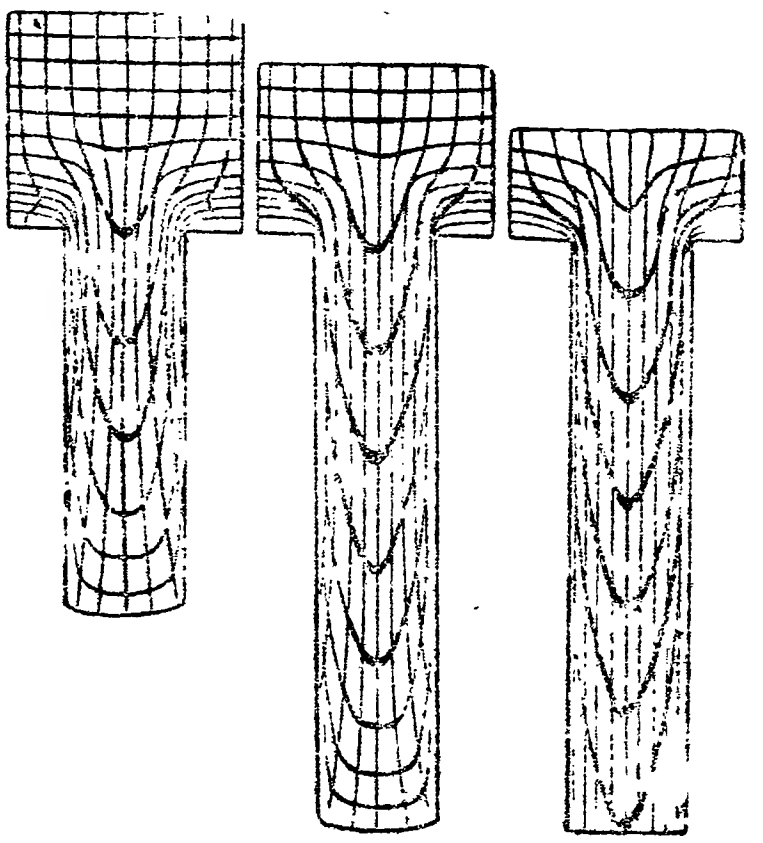
а) оба способа применяют на патронных заводах; для прямого метода характерны американские прессы типа Watson, а для обращенного отечественные типа — Атлас и Амслер;

б) расход энергии при обращенном методе меньше, чем при прямом, примерно на 25—30%, так как отсутствует сопротивление слитка передаче давления между поверхностями плунжера и матрицы;

в) при обращенном методе можно избежать попадания окислов и грязи и достигнуть большей однородности



Фиг. 210. Слиток с координатной сеткой на одной половине.



Фиг. 211. Истечение олова при холодном прессовании образца диаметром 22 *мм* и длиной 50 *мм* на пруток диаметром 11 *мм*; контейнер хорошо шлифованный.

строения прессуемого изделия, т. е. качество проволоки, полученной при обращенном методе, лучше;

г) при обращенном методе может быть достигнута постоянная скорость истечения;

д) наличие прореза в плунжере для выпуска проволоки понижает сопротивляемость последнего, в особенности в начальной стадии прессования, когда усилия достигают максимума, и в тех случаях, когда температура сплава, находящегося в контейнере, низка.

Все сказанное выше следует из изучения внутренних процессов при прессовании, к краткому изложению которых мы и перейдем [1].

В области изучения внутренних процессов прессования имеется ряд работ, наиболее крупными из них являются работы П. Швейсгута, Шмидта, Г. Ункеля, Эйсбейна, Пирсона и Смита, Боброва, Истомина и др.

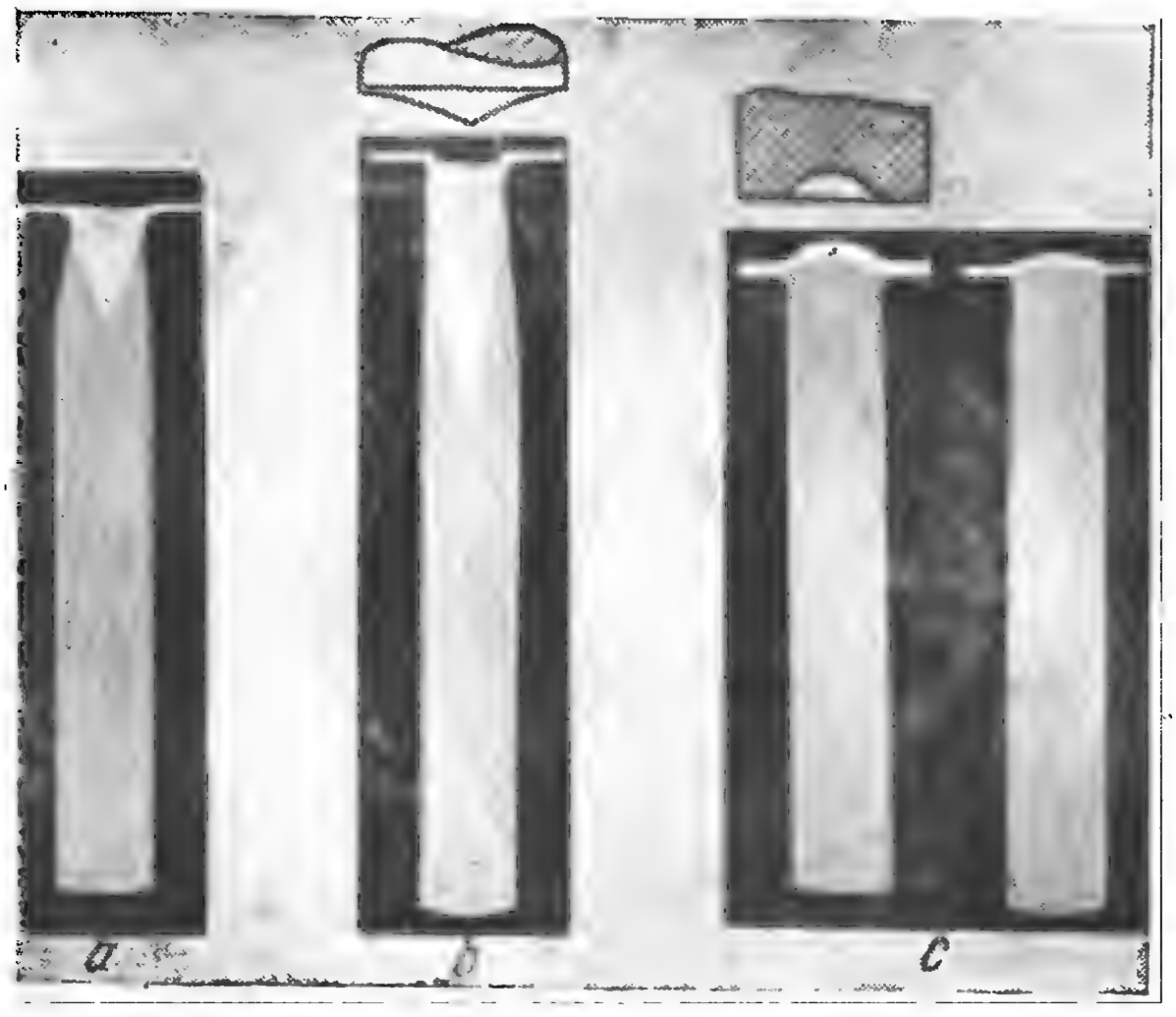
Наиболее полно процесс прессования свинца описан в работе Эйсбейна.

Для изучения внутренних процессов прессования Эйсбейн применил метод координатной сетки. Слиток разрезается по оси симметрии и на плоскости разреза строжкой наносится координатная сетка (фиг. 210),

[1] Желающих ознакомиться подробнее с процессами прессования отсылаем к фундаментальной работе проф. Истомина „Прессование металлов", Металлургиздат, 1944.

которая для изучения процессов холодного прессования заполняется какой-либо яркой краской, а для горячего прессования — смесью огнеупорной глины и графита.

На фиг. 211 показаны различные стадии процесса холодного прессования и происходящие при этом изменения координатной сетки, полученные в лабораторных условиях при холодном прессовании олова по прямому методу. Размеры слитка: диаметр 22 *мм*, длина 50 *мм*, размер прессуемого прутка 11 *мм*. При выбранном соотношении диаметра слитка и прутка деформация возникает только в зоне матрицы на расстоянии, равном примерно половине слитка. В остальной части слитка происходит только параллельное передвижение слоев, связан-



Фиг. 212. Образование воронки при прессовании олова в холодном состоянии:
а—с плоской прессшайбой; *б*—с конической прессшайбой; *с*—устранение воронки применением вогнутой прессшайбы.

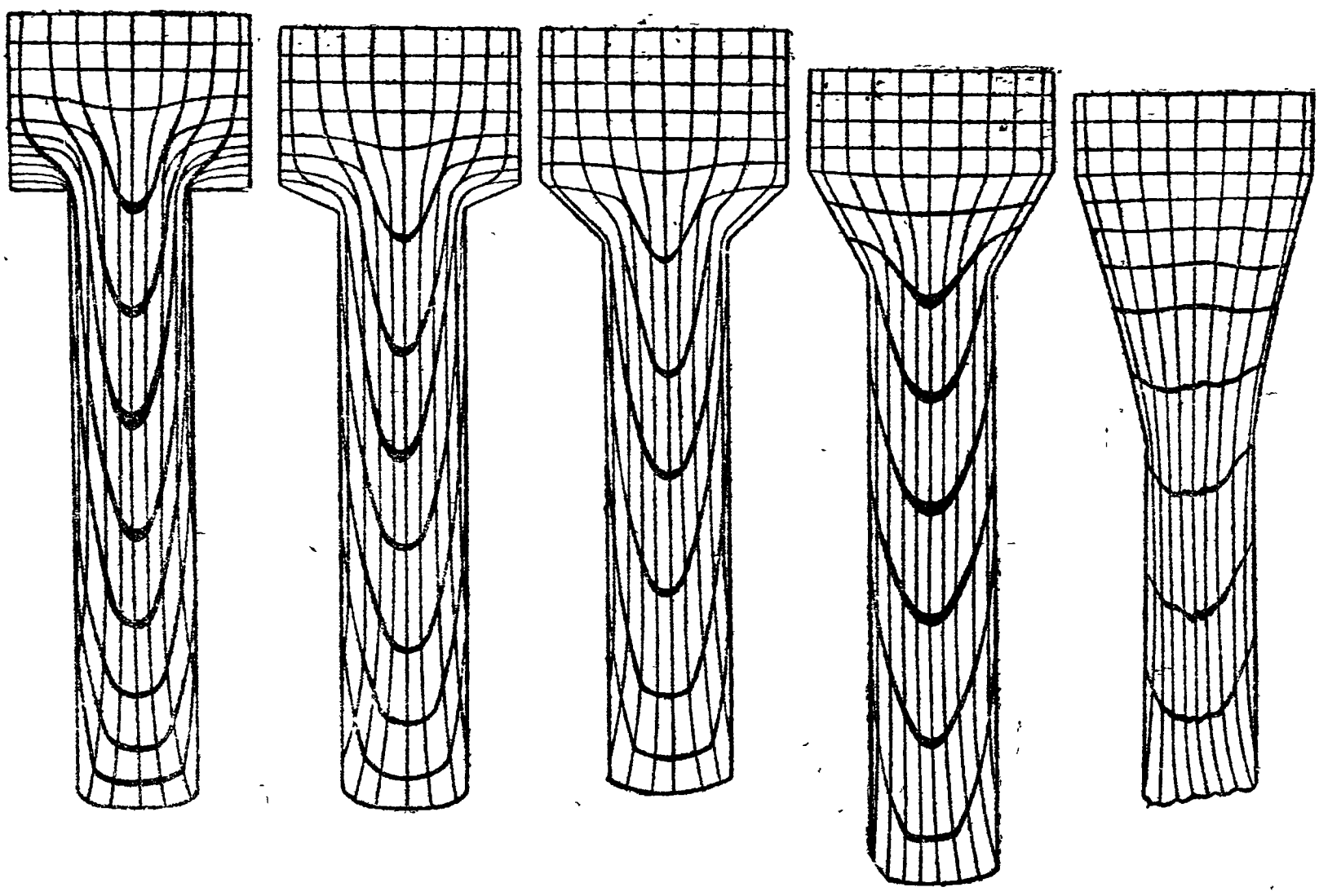
ное с движением плунжера, без нарушения взаимного расположения частиц. Попадая в зону деформации, каждый слой меняет свою форму. Сначала он получает форму неглубокой воронки, но по мере перехода в прессуемый пруток глубина воронки увеличивается. Вместе с этим в зоне матрицы можно видеть и другое весьма характерное явление, а именно: слой металла, упирающийся в поверхность матрицы, вначале осаживается по поверхности контейнера, образуя в углах мертвые зоны, т. е. в углах контейнера образуется как бы воронка. Заметим, что в углах металл не стабилизируется, а происходит весьма интенсивный обмен между осаживаемыми наружными слоями и материалом, находящимся в углах. При дальнейшем движении плунжера, в особенности, когда в контейнере остается слиток примерно высотою около четверти диаметра, на заднем конце слитка образуется воронка (фиг. 212). Если процесс продолжится далее, то вместо прутка получится полая трубка с диаметром меньшим, чем диаметр прутка, что свидетельствует о сужении прутка в конце процесса прессования. Помимо опытов с матрицами с цилиндрической рабочей частью, Эйсбейн проделал опыты с матрицами, имеющими конический профиль с различными углами рабочей части. Влияние профиля матрицы на истечение металла видно на фиг. 213. Как следует из фигуры, сущность процесса не изменилась, но с уменьшением угла матрицы процесс прессования протекает спокойнее. Заметим, что характер истечения

металла зависит также от способа прессования (холодный или горячий) и состояния поверхности контейнера.

На основании работы Эйсбейна по прессованию в холодном состоянии по прямому методу могут быть сделаны следующие выводы, совпадающие и с работами ряда авторов:

а) средняя часть слитка первая течет через матрицу и образует пруток;

б) выходящий пруток по всей своей длине неодинаково деформирован; средняя часть более вытянута, а наружные слои вследствие добавочных сдвигов деформированы сильнее;

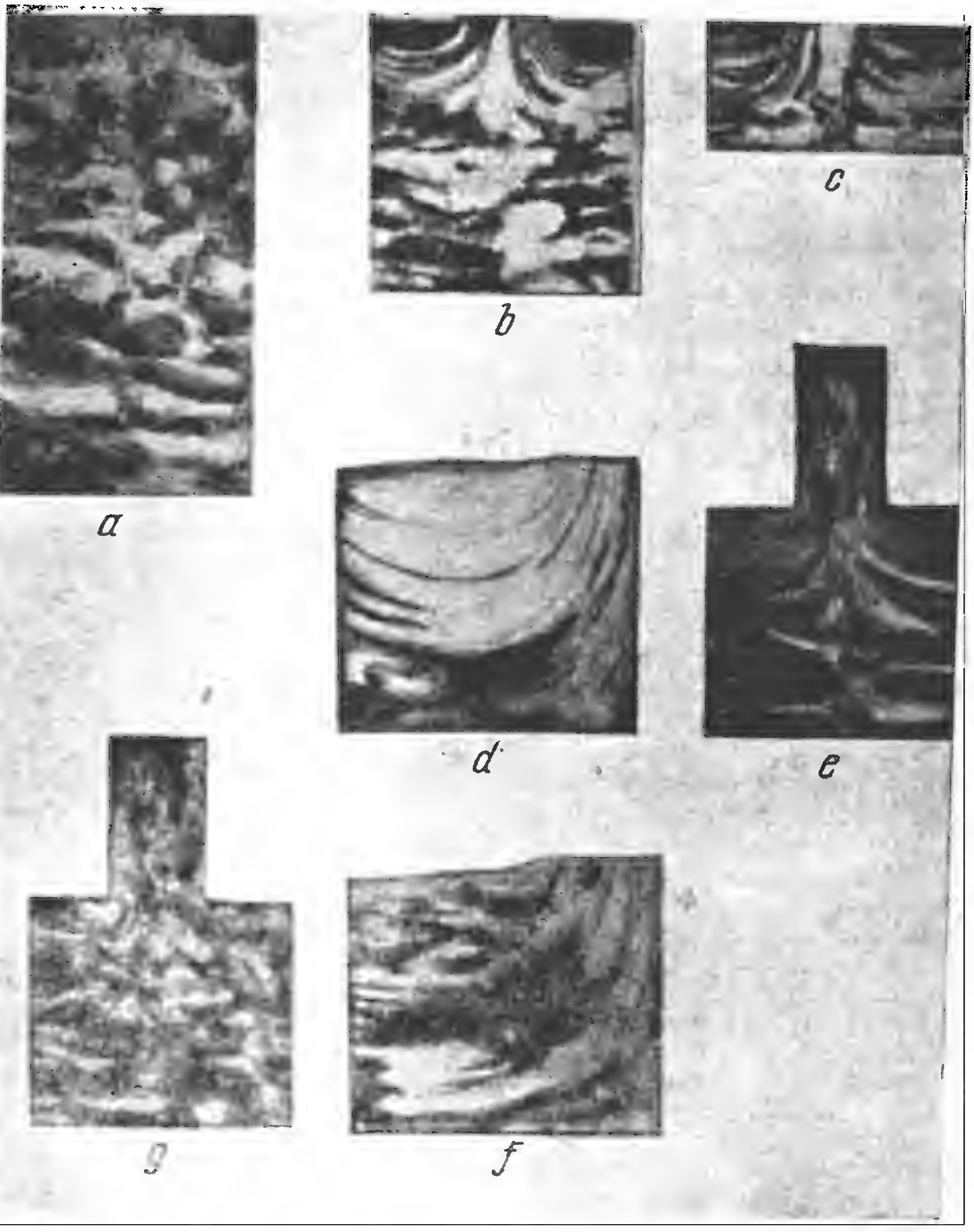


Фиг. 213. Истечение олова при прессовании в холодном состоянии через очко матрицы с различными углами α.

в) в конце процесса на плоскости, соприкасающейся с пуансоном, образуется воронка, величина которой может быть уменьшена применением вогнутой прессшайбы.

Несколько иначе протекает истечение при обращенном методе прессования, что и следует из опытов Пирсона и Смита в 1931 г. с висмутом, кадмием, оловом и свинцом на лабораторном прессе. Явления, происходящие при истечении висмута, прессуемого обращенным методом, показаны на фиг. 214. Процесс прессования по обращенному методу делится на три периода: первый (короткий) заключается в образовании зоны деформации, прилегающей к матрице; второй, продолжительный, — прохождение этой зоны вдоль слитка и третий начинается, когда деформированная зона достигла задней части слитка, прилегающего к плунжеру. Истечение металла через матрицу начинается во втором периоде. Иначе ведет себя, чем в случае прессования по прямому методу, и металл слитка, находящийся в зоне углов контейнера. В случае цилиндрической матрицы металл в углах контейнера остается неподвижным, а наружный слой слитка, задерживаемый стенкой контейнера, складывается гармоникой и в конце пресса сосредоточивается в углах контейнера, не попадая в отверстие матрицы. При конической матрице и малой величине прессостатка возможно частичное попадание собирающейся в углах контейнера наружной поверхности слитка в прессуемое изделие.

Из рассмотрения процесса прессования следует, что при обращенном методе расход энергии на прессование меньше и исключена возможность попадания окислов и грязи в прессуемый пруток; кроме того, при обращенном методе строение прессуемого прутка более однородно.



Фиг. 214. Истечение металла при прессовании по обращенному методу:

a—остаток висмутового слитка, выдавленного при 17° на 12%; *b*—то же, на 51%; *c*—то же на 75%; *d*—часть деформированной зоны остатка слитка, выдавленного при 17° на 27%; *e*—остаток слитка, выдавленного при 170° на 56%; *f*—то же, но увеличенный в пять раз; *g*—то же, при 220° на 58%

Все рассмотренные явления относились к процессу холодного прессования; при горячем прессовании явления аналогичны, но еще более ярко выражена воронкообразность при истечении металла, что легко объяснить. При заливке металла (в нашем случае свинца) в контейнер происходит быстрое охлаждение слоев свинца, прилегающих к контей-

неру. Охлажденная часть постепенно увеличивается и к началу прессования весь объем металла состоит из охлажденной с меньшими пластическими свойствами и более пластической частей. Разумеется, что резкой границы между ними нет. Кроме того, в верхней части слитка образуется усадочная воронка с поверхностью окислов свинца и случайными инородными телами, попавшими при заливке. Верхняя часть слитка особенно быстро остывает, вследствие чего при обращенном методе давление при прессовании увеличивается. Для удаления шлаков рекомендуется слегка переливать свинец и верхнюю часть слитка до застывания счищать горячей железной лопаткой.

Очевидно, что при горячем прессовании расход энергии значительно меньше, что и подтверждается данными табл. 95.

Таблица 95

Соотношение между температурой и давлением при данной скорости для олова

Температура, °С	16	50	70	99	128	169
Давление на пуансон для достижения скоростей в 100 ед. в минуту, *T*	13,3	10,6	8,5	6,5	4,9	3,3

Величина потребного давления при прессовании зависит от: а) метода прессования, б) температуры прессования, в) степени деформации, г) длины слитка, е) скорости прессования, ж) состояния поверхности контейнера и матрицы, з) профиля рабочей части матрицы.

Как уже указывалось, при прессовании прямым методом давление больше, чем при обращенном.

Влияние температуры на величину давления прессования ясно из диаграммы фиг. 215, показывающей изменение давления при прессовании по обращенному методу.

Из рассмотрения этих кривых следует:

а) чем выше температура слитка, допускаемая свойствами прессуемого металла, тем ниже давление прессования при всех прочих равных условиях;

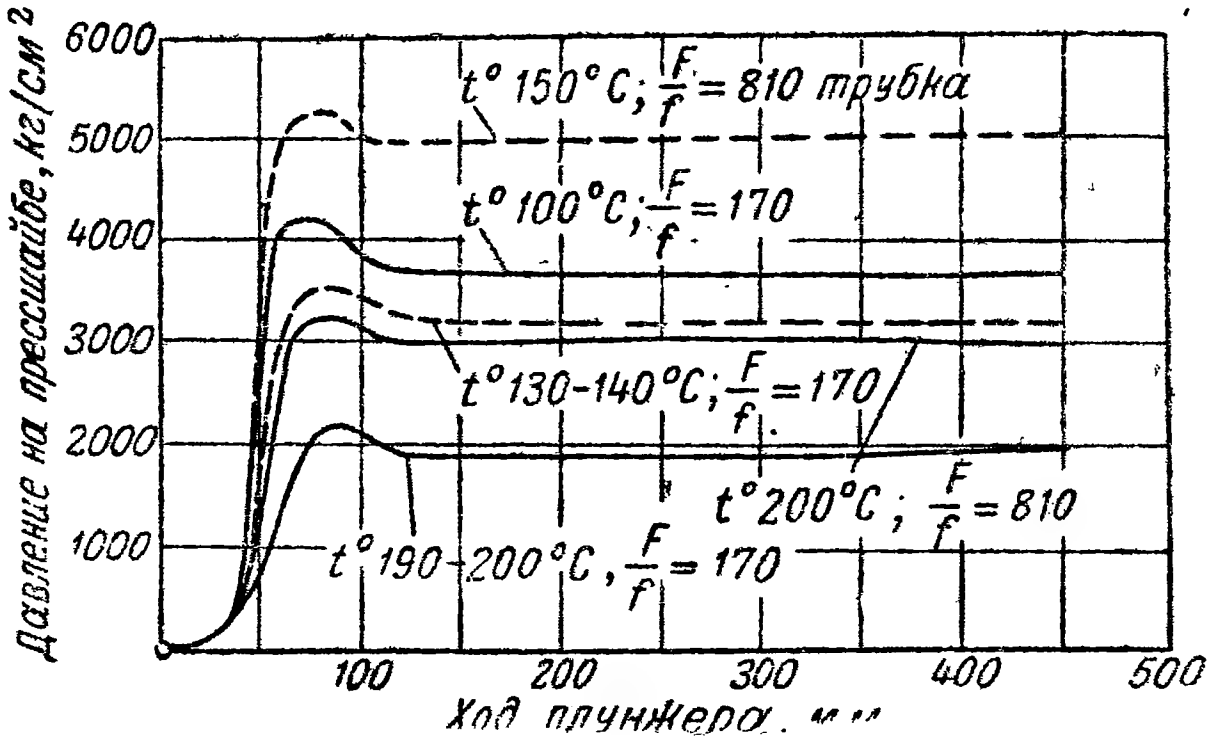
б) для сохранения постоянства давления прессования желательно иметь постоянную температуру.

Влияние степени деформации на давление прессования ясно из диаграмм фиг. 216 (для прямого метода) и фиг. 217 (для обращенного метода). По оси абсцисс отложен ход плунжера, а по оси ординат — давление на шайбу; кривые показывают степень вытяжки.

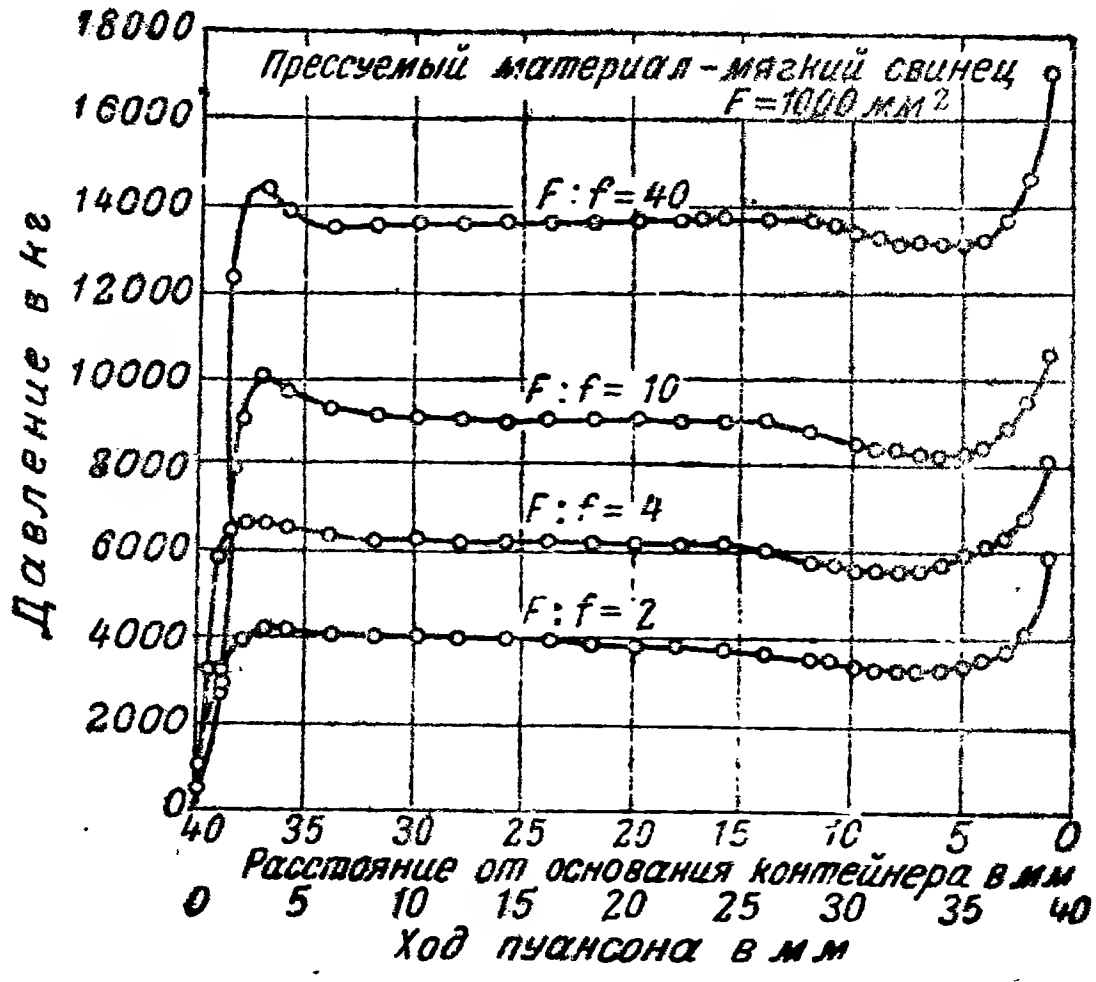
Если исключить из рассмотрения форму кривой, т. е. ее криволинейность, характеризующую нарастание усилия при обращенном методе к концу процесса, что, по мнению Эйсбейна, является только результатом затекания свинца между контейнером и плунжером, а следовательно, и увеличением расхода на трение, то можно сделать вывод, что с увеличением деформации происходит увеличение усилия прессования.

Не менее показательным является и вывод Эйсбейна, установившего, на основе лабораторных работ, что напряжение материала, приводящее металл в состояние текучести, прямо пропорционально степени деформации и может быть определено по диаграмме фиг. 218 или по формуле:

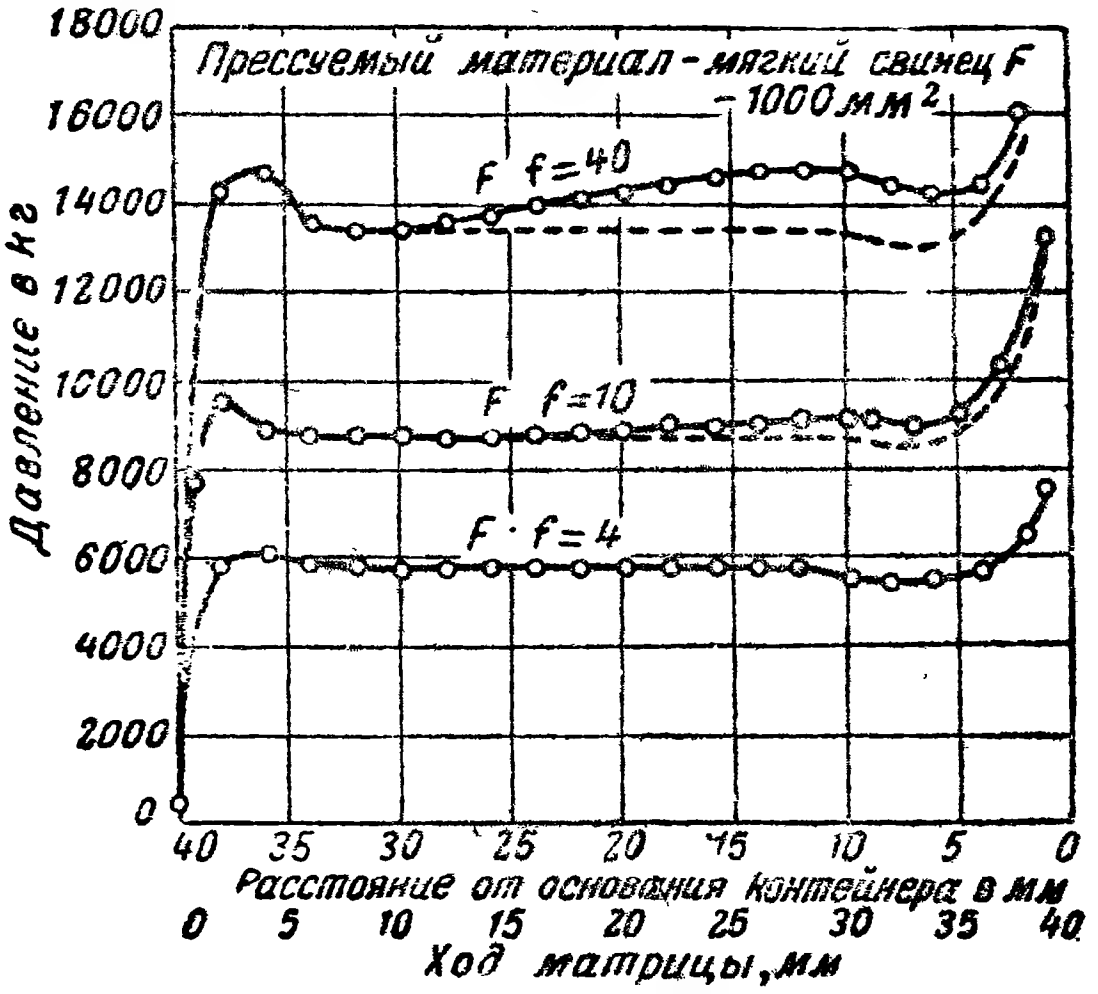
$$\sigma = c \lg \frac{F}{t},$$



Фиг. 215. Прессование свинца по обращенному методу.



Фиг. 216. Влияние степени деформации на величину давления при прессовании свинца по прямому методу.



Фиг. 217. Влияние степени деформации на величину давления при прессовании свинца по обращенному методу.

где σ — напряжение, необходимое для приведения материала в состояние текучести, *кг/мм²*;

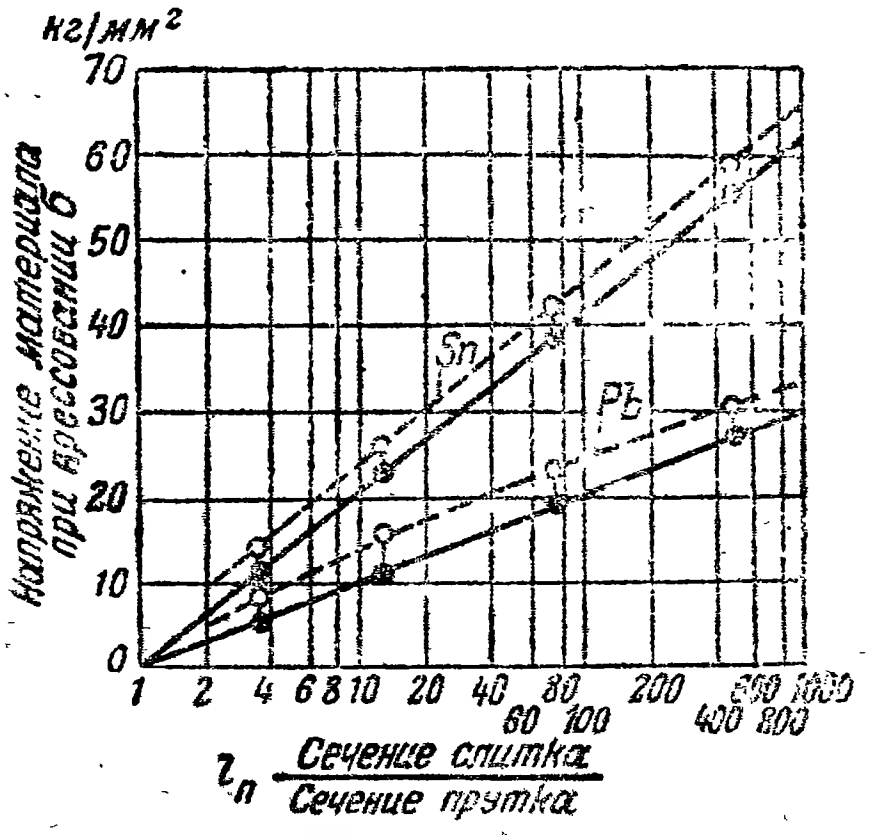
F — сечение контейнера, *мм*;

f — сечение прутка, *мм*;

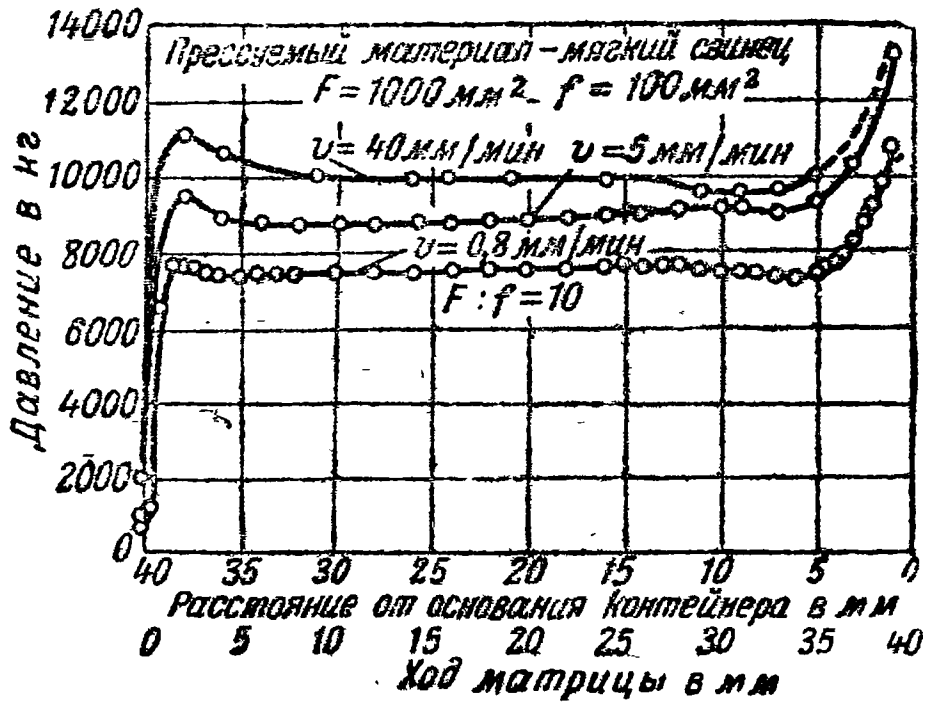
c — коэфициент пропорциональности, зависящий от материала и равный для свинца 10 *кг/мм²*.

Длину слитка, от которой зависит давление прессования, следует учитывать только при прессовании прямым методом.

Усилие прессования прямо пропорционально длине слитка: чем длиннее слиток, тем больше усилие прессования при всех прочих равных условиях.



Фиг. 218. Влияние степени обжатия на величину потребной силы при холодном прессовании олова и свинца (D=22 *мм*, L=20 *мм*, скорость прессования V=0,2 *мм/сек*).



Фиг. 219. Влияние скорости прессования на изменение величины потребного давления при прессовании свинца по обращенному методу.

Влияние скорости прессования на давление (что является наиболее спорным вопросом) будет различным при холодном и горячем прессовании. Как следует из диаграммы, полученной Эйсбейном (фиг. 219), при холодном прессовании свинца по обращенному методу с изменением скорости прессования потребное усилие изменяется незначительно; при горячем прессовании, особенно при прямом способе и длинном слитке, даже малые скорости прессования, безусловно, могут вызвать значительное увеличение потребного усилия.

Как показали наблюдения, скорость прессования оказывает большое влияние на взаимно связанную с ней скорость истечения и на качество прессуемого прутка.

Скоростью прессования называется скорость, с которой движется плунжер пресса, давящий на заготовку (слиток), а скоростью истечения — скорость, с которой прессуемый металл выходит из отверстия матрицы. Скорость прессования обычно устанавливают в зависимости от скорости истечения, которая в свою очередь зависит от свойств прессуемого металла, температуры заготовки, состояния (качества) поверхности, формы матрицы и соотношения между площадью слитка и прессуемого изделия.

На основании ряда опытов установлено, что:

а) чем тверже прессуемый металл, тем меньше скорость истечения;

б) чем выше температура слитка, тем больше скорость истечения;

в) чем глаже поверхность рабочего инструмента, тем выше может быть скорость истечения;

г) радиальный и конический профили матрицы позволяют допускать скорость истечения, большую, чем цилиндрический;

д) с увеличением обжатия скорость истечения увеличивается.

Следовательно, с уменьшением сечения прессуемого прутка и постоянной скорости прессования скорость истечения увеличивается.

Зависимость между скоростью прессования и истечения определяется формулой:

$$\frac{v_1}{V} = \frac{F}{f};$$

$$v_1 = V\,\frac{F}{f} \text{ и } V = v_1\,\frac{f}{F},$$

где v_1 — скорость истечения, *см/сек;*

V — скорость прессования, *см/сек;*

F — площадь заготовки (слитка);

f — площадь сечения прессуемого изделия.

С увеличением давления скорость прессования возрастает, но не пропорционально, а прогрессивно. С увеличением температуры нагрева при постоянном давлении скорость прессования также увеличивается. Цифры, характеризующие зависимость между давлением, температурой и скоростью прессования, приведены в табл. 96.

Таблица 96

Соотношение между температурой, давлением и скоростью прессования

Металл	Температура °С	Давление на пуансон *т*	Скорость прессования мин.	Температура °С	Давление на пуансон *т*	Скорость прессования мин.
Свинец	49	3,0	2	110	2,0	7
		4,0	16		2,5	25
		4,5	37		3,0	84
		5,0	75		3,5	193
		5,5	11,5	166	1,0	2
	60	2,5	1,2		1,25	8,5
		3,0	5		1,5	34
		3,5	12		1,75	49
		4,5	30		2,0	130
		5,5	164		2,25	250
	98	2,0	3		0,05	1,8
		2,5	11		1,0	10,5
		3,0	34		1,25	35
		3,5	95	290	1,5	86
		4,0	200		1,75	174
					0,3	1
					0,4	3,7
					0,5	14
					0,6	36
					0,7	92

Выше указывалось, что скорость истечения металла влияет на качество изделий, что и подтверждает ряд опытов Зибеля при малых скоростях порядка 0,8 *мм/сек*. Поверхность прутка шероховатая, при скоростях 5 *мм/сек* матовая и при высоких скоростях 40 *мм/сек* — гладкая.

По вопросу определения усилий при прессовании наибольший интерес представляют работы С. И. Губкина, конечные выводы которых приводятся в виде формул для различных методов прессования и форм инструмента.

ФОРМУЛЫ С. И. ГУБКИНА

I. Прессование по прямому методу

1. Матрица с цилиндрическим профилем очка

$$\sigma_м = P_m \left[e_n \left(\frac{D}{d} \right)^2 + e^{\frac{4\mu l}{d}} - 1 \right];$$

$$k = (\sigma_м + P_m) e^{\frac{4\mu h\beta}{D}} - P_m.$$

2. Матрица с коническим профилем очка

$$\sigma_м = P_m \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\mu} \right) \left[\left(\frac{D}{d} \right)^{\frac{2\mu}{\operatorname{tg} \alpha}} - 1 \right];$$

$$k = (\sigma_м + P_m) e^{\frac{4\mu h\beta}{D}} - P_m.$$

II. Прессование по обращенному методу

1. Матрица с цилиндрическим профилем очка

$$k = P_m (e^{\frac{4\mu l}{d}} - 1) \left(\frac{D}{d} \right)^2 + 2P_m \cdot \left[\left(\frac{D}{d} \right)^2 - 1 \right].$$

2. Матрица с коническим профилем очка

$$k = P_m \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\mu} \right) \left[\left(\frac{D}{d} \right)^{\frac{2\mu}{\operatorname{tg} \alpha}} - 1 \right],$$

где $\sigma_м$ — величина напряжения у матрицы;
k — напряжение материала у прессшайбы (неравномерность напряженного состояния металла не учитывается);
σ — среднее удельное давление прессшайбы на слиток с учетом неравномерности напряженного состояния слитка;
P_m — сопротивление металла истечению;
D — диаметр контейнера пресса;
F — сечение контейнера пресса, равное сечению запрессованного слитка;
d — диаметр очка матрицы, равный диаметру прутка;
l — длина цилиндрической части матрицы пояска;
α — угол очка матрицы, т. е. угол между образующей вводного конуса очка и осью матрицы;
μ — коэфициент трения данного металла при соответствующих условиях;
h и β — величины, выбираемые при:
а) прямом методе прессования и наличии трех объемов $h = L$ и $\beta = 1$;
б) отсутствии объемов, но в случае, если деформирован весь объем слитка; $h = L$ и $\beta = \frac{1}{2}$;

в) распространении деформации на небольшую длину слитка; $h=L$ и $\beta=\frac{1}{4}$;

г) обращенном методе прессования; $h=\frac{D}{2}$ и $\beta=\frac{1}{2}$.

Среднее удельное давление на слиток с учетом неравномерности напряженного состояния

$$\sigma = mk,$$

причем величина m имеет следующие значения:

Контейнер без подогрева	По прямому методу	По обращенному методу
Матрица с цилиндрическим очком	1,8	1,5
Матрица с коническим очком	1,5	1,2
Контейнер с подогревом		
Матрица с цилиндрическим очком	1,5	1,2
Матрица с коническим очком	1,2	1,1

Величина полного давления на главный плунжер

$$P_0 = \frac{\sigma F_{пл}}{\eta} = \frac{\sigma F_{пл}}{0{,}95}.$$

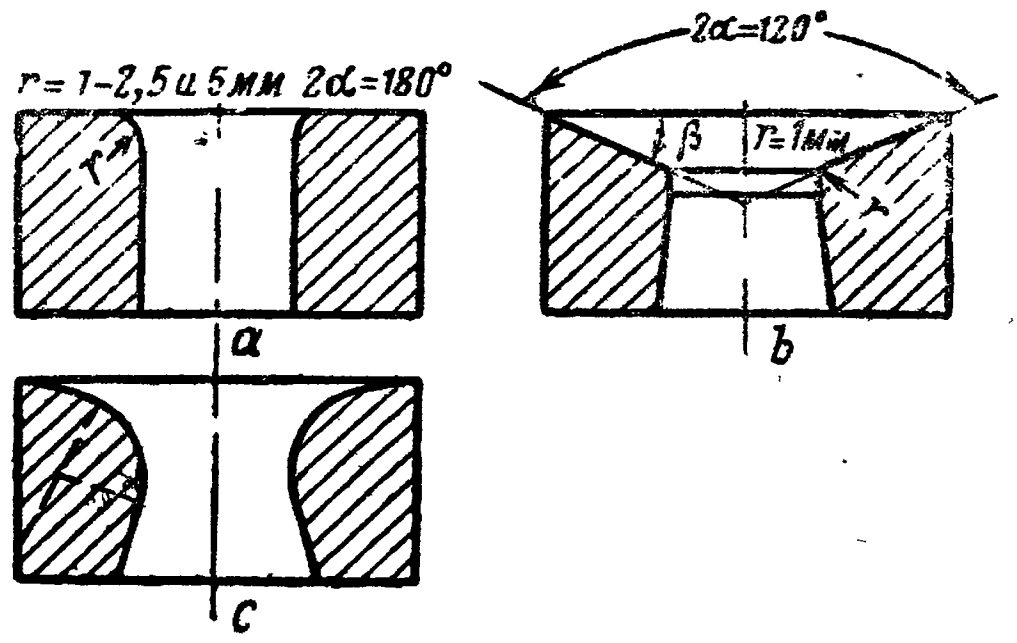
Величины P_m и μ определяются опытным путем.

§ 3. Инструмент для прессования свинцовой проволоки

Применяемые на патронных заводах матрицы для прессования свинцовой проволоки делятся по профилю рабочей части на три типа (фиг. 220): 1) цилиндрические, 2) конические, 3) радиальные.

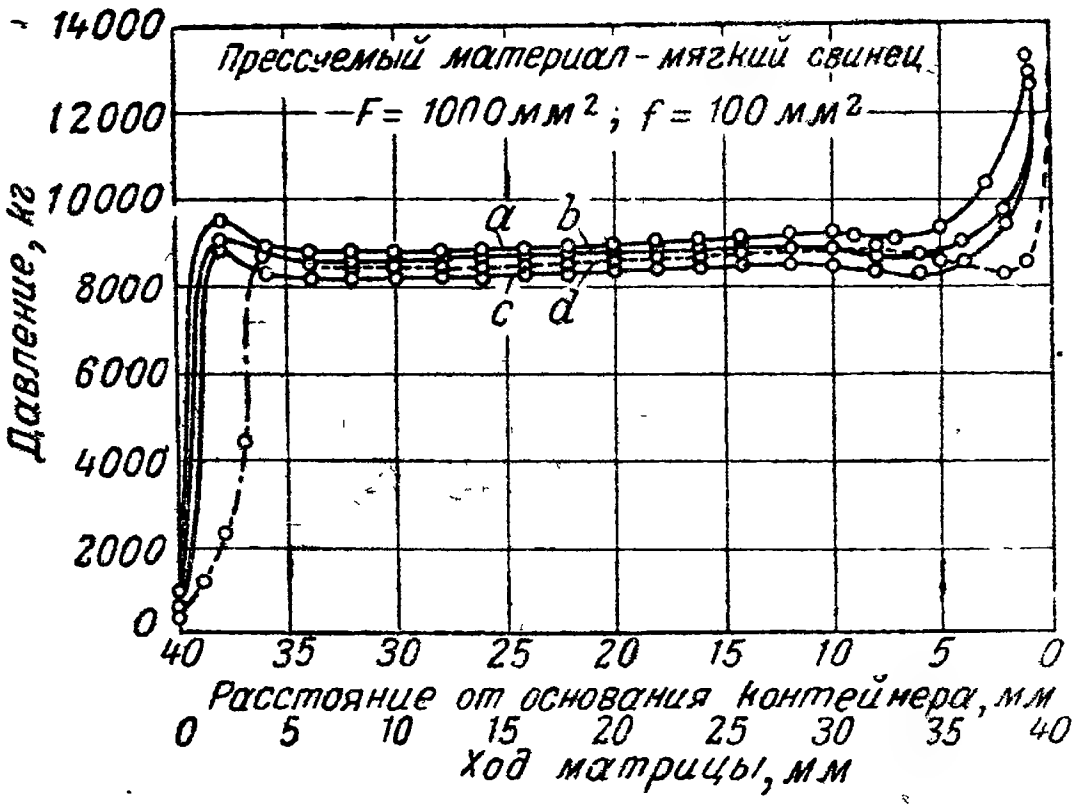
Опытом и рядом лабораторных работ установлено, что при одном и том же рабочем диаметре матрицы наибольшее усилие прессования будет при цилиндрическом профиле рабочей части матрицы, затем при радиальном и, наконец, коническом при условии, если правильно выбраны углы вводного и выводного конусов.

Этот вывод подтверждают кривые (фиг. 221), полученные Зибелем при прессовании свинцовой проволоки через цилиндрические матрицы с различными значениями радиуса закругления и конической — с углом конуса 120°.



Фиг. 220. Матрицы для прессования свинцовой проволоки:

a—цилиндрическая; *b*—коническая; *c*—радиальная.



Фиг. 221. Влияние профиля очка матрицы на величину потребного давления при обращенном методе прессования:

a—матрица с цилиндрическим очком с углом $2\alpha=180°$ и радиусом $r=1$ *мм*; *b*—та же матрица с $r=2{,}5$ *мм*; *c*—та же матрица с $r=5$ *мм*: *d*—коническая матрица с углом $2\alpha=120°$ и $r=1$ *мм*.

Анализ кривых позволяет сделать ряд выводов:

1) наиболее рациональной формой профиля матрицы является коническая;

2) чем больше радиус закругления у цилиндрической матрицы, тем меньше величина потребного для прессования усилия.

Это же положение доказал и Беренгефт; полученные им цифровые данные приводятся в табл. 97.

Таблица 97

Давление на плунжер 1500 *т* пресса при прессовании прутков разного диаметра в конических и радиальных матрицах

(Диаметр свинцового слитка 165 *мм*)

	Диаметр прессуемого прутка, *мм*							
	50	25	10	6	50	25	10	6
	конический				радиальный			
Давление, *кг/см²*	90	120	160	250	110	170	220	290
То же	50	100	150	280	110	120	170	250
» »	40	90	130	190	60	110	160	240
Суммарное давление	180	310	440	220	280	360	550	280
Среднее давление	60	103	146	240	93	120	183	260

Из сказанного следует, что для прессования свинцовых прутков рекомендуется применять конический профиль матрицы. В зависимости от типа пресса и его мощности матрицы изготовляются как в одно очко, так и в несколько. Матрица для одновременного прессования трех прутков, применяемая на прессах Watson, показана на фиг. 222. Габаритные размеры матриц выбираются конструктивно. Однако при выборе этих размеров следует учитывать значительные давления, испытываемые матрицей в процессе прессования. Хорошие по прочности результаты получаются, если наружный диаметр для одноочковых матриц в 6—8 раз больше диаметра прутка, а для трехочковой — в 8—10 раз больше диаметра прутка.

Матрицы изготовляют из инструментальной стали марки У10А. Твердость матриц после термообработки $R_c = 61—63$.

Крепление матриц зависит от выбранного метода прессования и конструкции пресса. На фиг. 223 и 223,*а* показаны два типа креплений. Первый тип (фиг. 223) применяется при работе по обращенному методу. Матрица *1* на плунжере *2* удерживается гайкой *3*. Второй тип (фиг. 223,*а*) применяется при работе по прямому методу. Матрица *1* вставляется в контейнер *2* и упирается на подкладку *3* и вкладыш *4*, запираемый болтом. Для замены матрицы необходимо отпустить болт и вытащить прокладку *3*.

§ 4. Проверка качества изготовления прутков

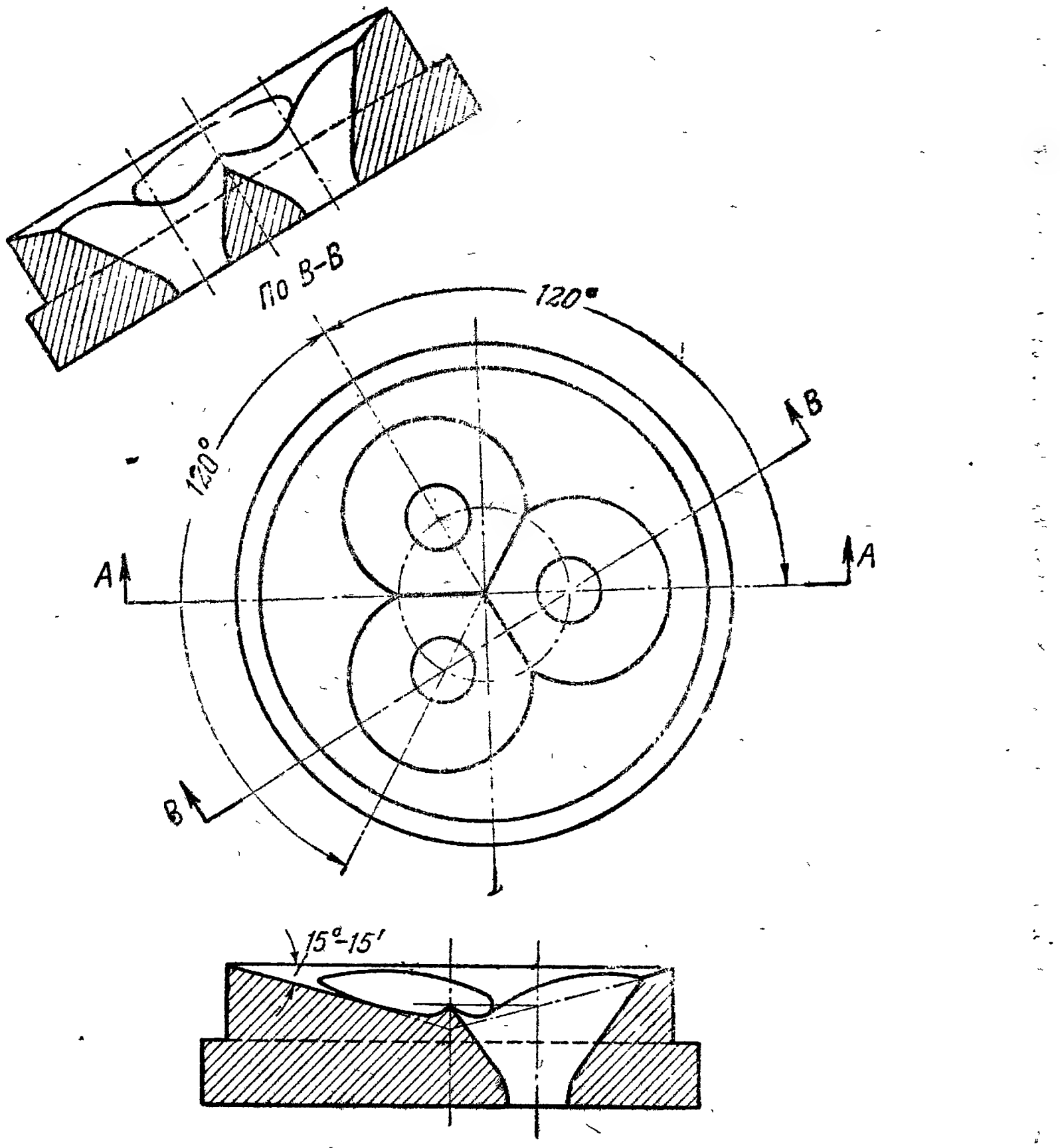
Качество прутков при прессовании зависит от ряда факторов, из которых наиболее важными являются:

а) шихта, определяющая качество по соотношению свинца и сурьмы и однородности строения;

б) наружная поверхность проволоки, зависящая от состояния поверхности матрицы, давления, скорости истечения и температуры прессования;

в) размеры, зависящие от состояния рабочих поверхностей, размеров матрицы и натяга при намотке прутка на катушку.

Если прутки предназначены для изготовления сердечников или рубашек без обрезки, во избежание излишних отходов, а главное — для получения штампуемых изделий, однородных по весу и размерам, пруток изготовляют с допусками по 3-му классу точности, а для обрезае-



Фиг. 222. Матрица для одновременного прессования трех прутков.

мых свинцовых рубашек — по 5-му или 7-му классам точности. Виды брака и причины его появления при прессовании свинцовых прутков приводятся в табл. 98.

Таблица 98

Виды и причины брака при прессовании свинцовых прутков (проволоки)

Виды брака	Причина
Царапины на прутке	Загрязнение сплава или матрицы, царапины на матрице
Свищи по оси проволоки	Заливка сплава в контейнер без воронки и фильтра
Раковины и пузыри	Попадание в контейнер воды
Малый диаметр прутка	Строгая матрица
Большой диаметр проволоки	Износ матрицы

Проволоку проверяют визуальным осмотром для выявления поверхностных пороков, обмером обычной предельной скобой диаметра и выборочным контролем на удельный вес сплава.

§ 5. Технология изготовления свинцовых сердечников и рабочий инструмент

Сердечники изготовляют из свинцовой проволоки (прутков).

Последовательность изготовления сердечника на холодновысадочных коленорычажных прессах (фиг. 224):

1) смазка проволоки густым мыльным раствором в процессе подачи и подача ее роликами или клещами;

2) отрезка заготовки ножом *1*; величина заготовки должна соответствовать величине изделия с учетом отходов;

3) передача заготовки от отрезной матрицы *2* к матрице штамповки *3*;

4) ввод заготовки пуансоном *4* в матрицу *3*, штамповка сердечника и отход отрезного ножа;

5) удаление отштампованного сердечника из матрицы *3* выталкивателем *5*.

Размер заготовки для штамповки свинцового сердечника определяют по формулам:

$$D = (1{,}07 - 1{,}1)\,d;$$

$$L = \frac{4 \cdot 100V}{\pi D^2 (100 - x)},$$

где D — диаметр свинцовой проволоки, *мм*;

d — диаметр сердечника по чертежу;

L — длина заготовки, необходимая для получения сердечника;

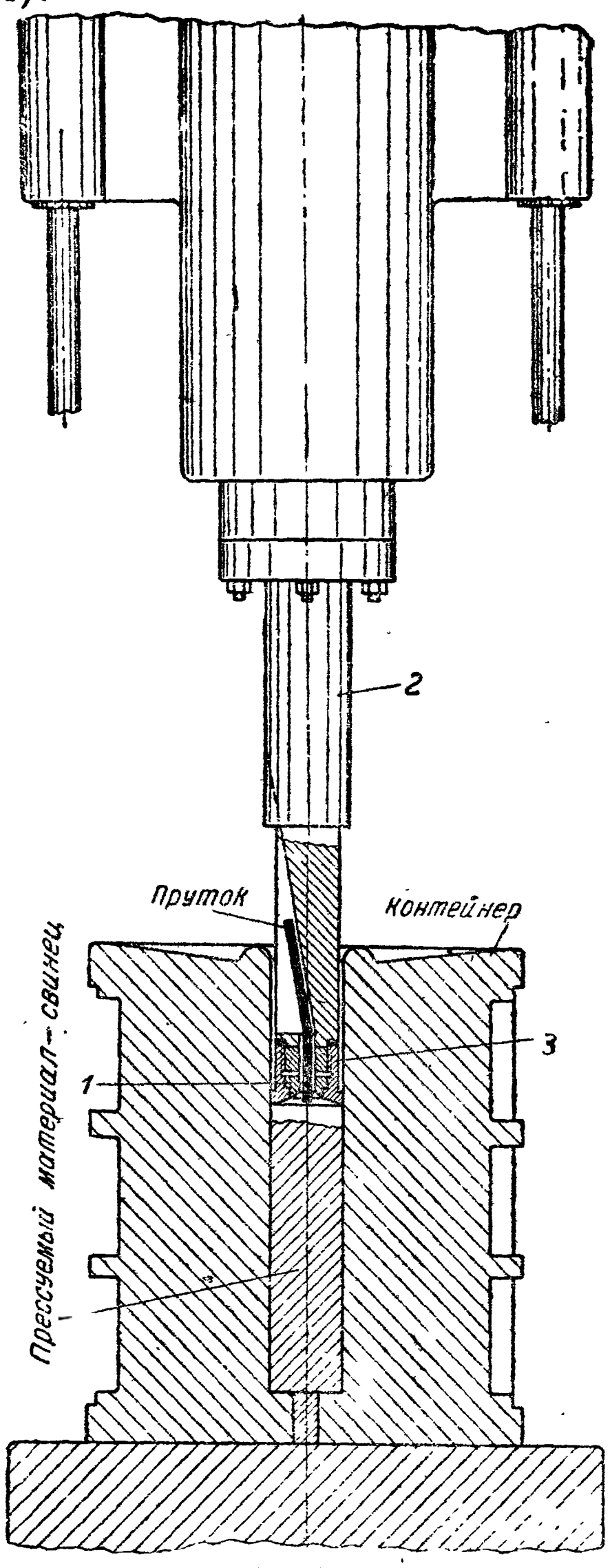
V — объем сердечника;

x — средняя величина потерь в процентах, принимаемая от 1,3 до 2.

Усилие для отрезки определяют по формуле:

$$P = \frac{\pi D^2}{4}\,\sigma_{ср},$$

где $\sigma_{ср}$ — для сплава свинца и сурьмы с учетом возможного затупления кромок ножа и матрицы принимается равным 3,0 *кг/мм²*.



Фиг. 223. Крепление матриц

а—крепление

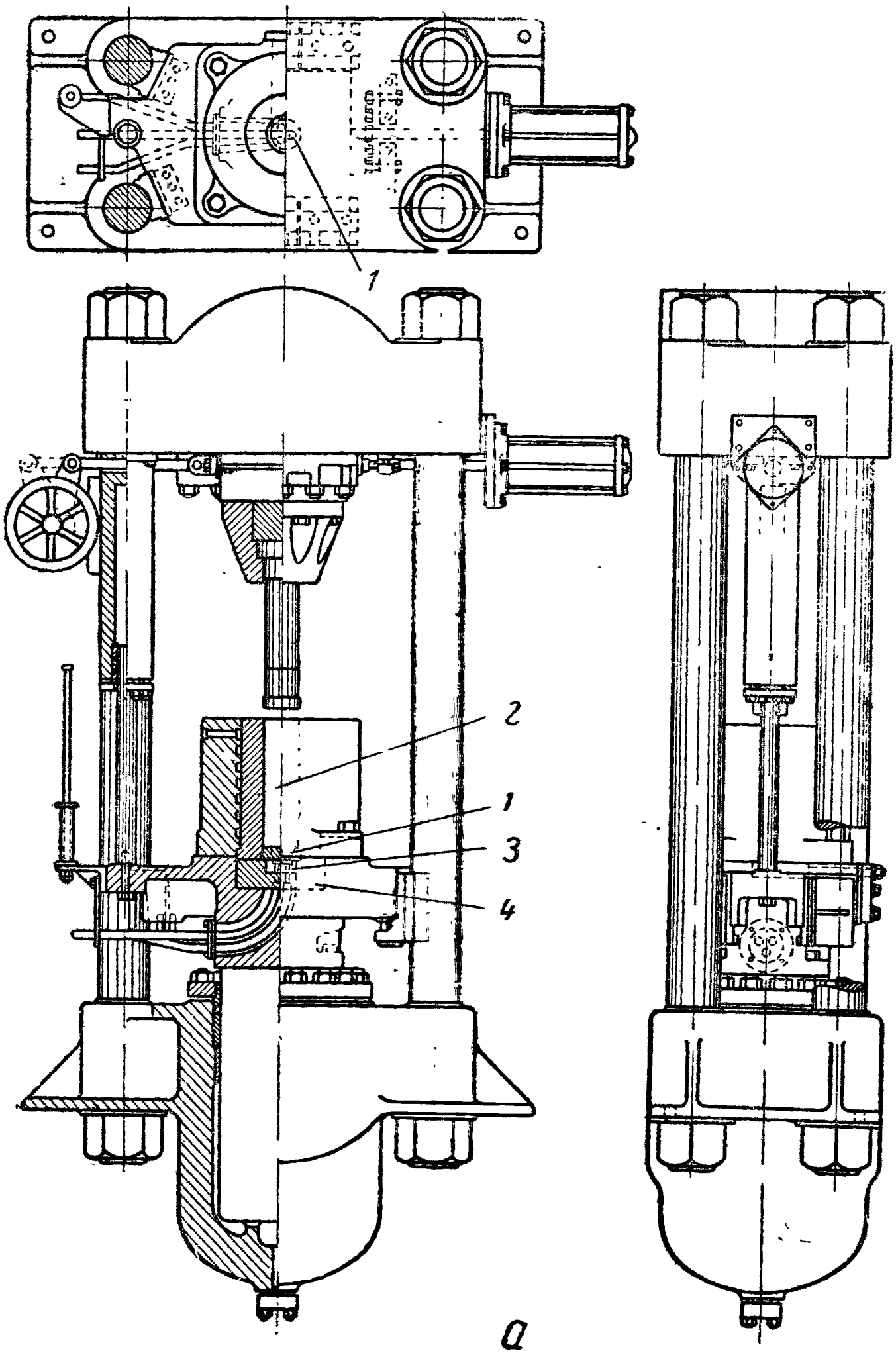
Комплект инструмента, необходимый для штамповки свинцового сердечника, состоит из:

1) матрицы для штамповки;
2) пуансона для штамповки;
3) выталкивателя;
4) матрицы для отрезки заготовки;
5) ножа для отрезки заготовки;
6) деталей для крепления рабочего инструмента.

А. Матрицы для штамповки сердечника
(фиг. 225)

Рабочая часть матрицы состоит из трех частей: направляющей части для пуансона, собственно рабочей части и направляющей для выталкивателя.

На рабочей части в матрице предусматривается боковое отверстие для выхода излишков свинца в виде стружки. Наружная часть матрицы для штамповки зависит от конструкции станка и способа закрепления. На боковой поверхности матрицы необходимо предусмотреть отверстие, шпоночный паз или лыску, необходимые для определения правильного положения отверстия для выхода излишков свинца по отношению к такому же отверстию в станке.



а

для прессовки свинцовой проволоки на прессах Амслер: матриц на прессах Watson.

Прежде чем приступить к выбору размеров рабочей части матрицы, необходимо составить чертеж сердечника для штамповки.

При составлении чертежа необходимо исходить из следующих положений:

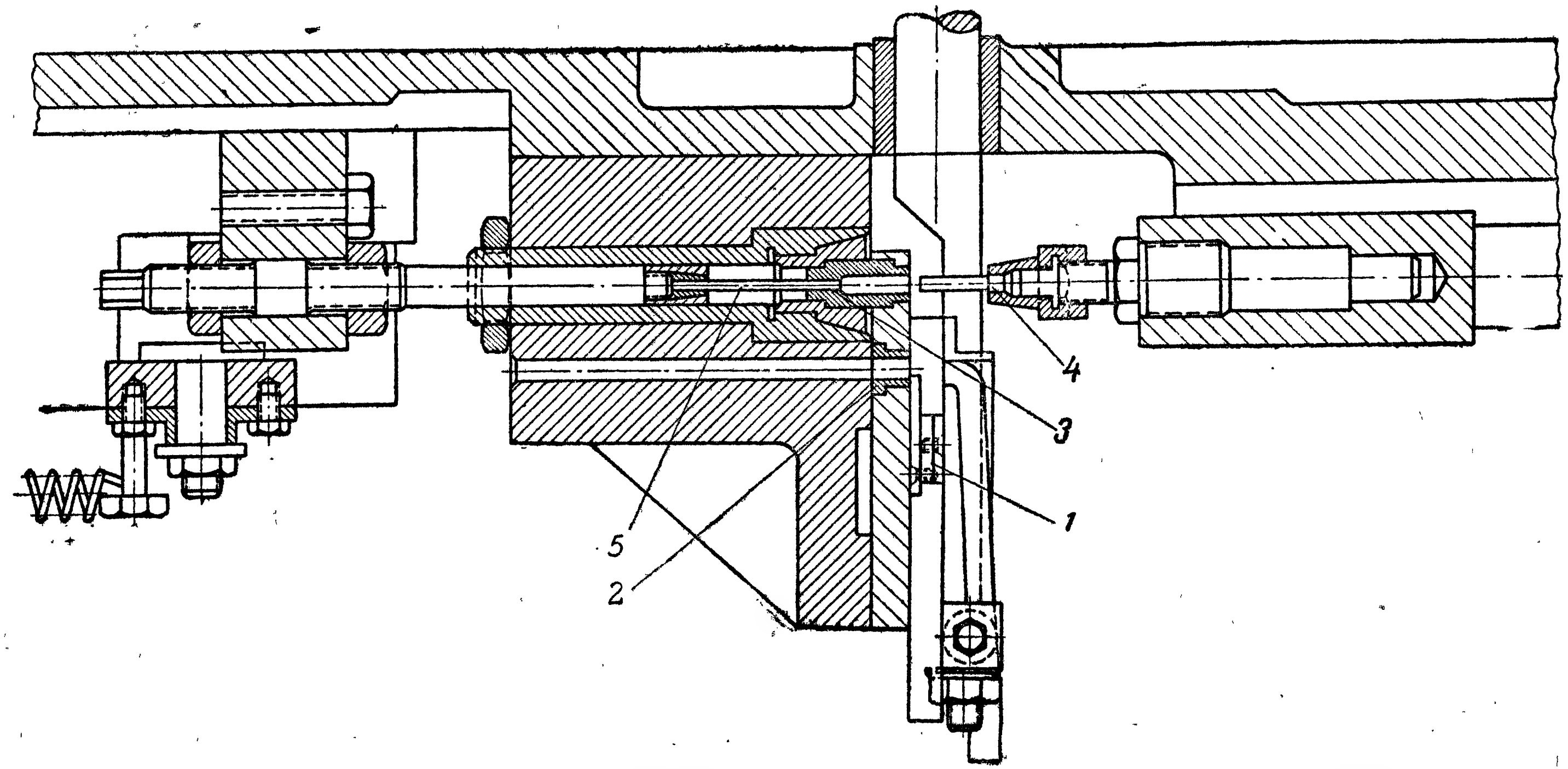
а) объемы сердечника пули и сердечника до монтажа должны быть равны;

б) форма отштампованного сердечника должна обеспечить наилучшее заполнение объема оболочки, без больших усилий;

в) форма отштампованного сердечника должна обеспечить легкое вхождение в оболочку перед монтажом.

На фиг. 226 показаны два типа сердечников для тупоконечной и остроконечной пули, а в табл. 99 приведены практические зависимости, позволяющие составить чертеж свинцового сердечника для штамповки.

По чертежу сердечника после штамповки определяются остальные размеры матрицы. Длина рабочей части матрицы l берется примерно



Фиг. 224. Схема установки инструмента на станке для штамповки свинцового сердечника.

Таблица 99

Практические зависимости по определению размеров свинцового сердечника для штамповки

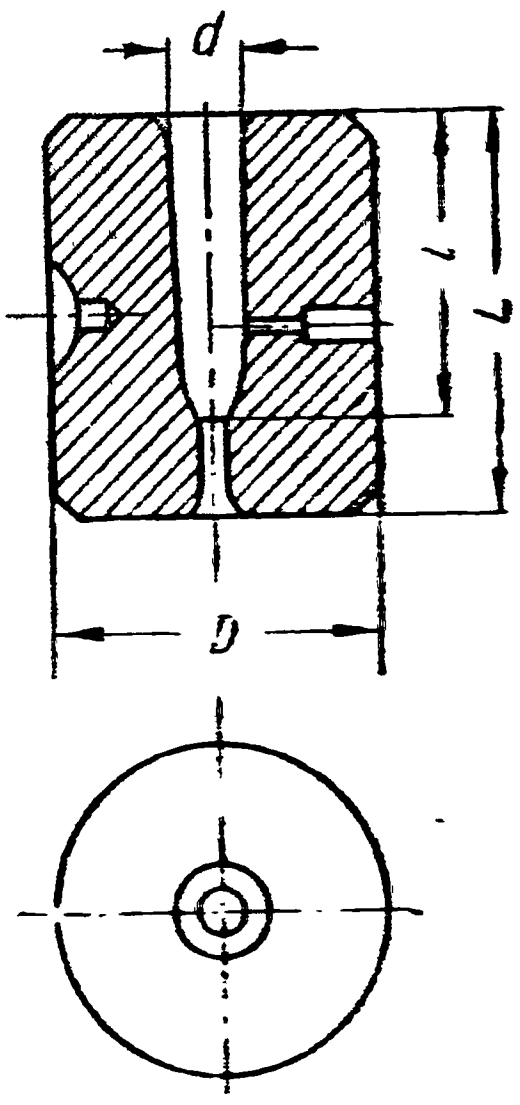
Определяемая величина	Обозначения	Формулы
Диаметр наибольшей ведущей части	d	d_0—0,2—0,35 *мм*
Диаметр наименьшей ведущей части	d_1	d—0,1 *мм*
Диаметр цилиндрического уступа для заполнения носика	d_2	(0,35—0,4) d
Длина цилиндрического уступа для заполнения носика	l	2—3 *мм*

d_0—внутренний диаметр оболочки по ведущей части.

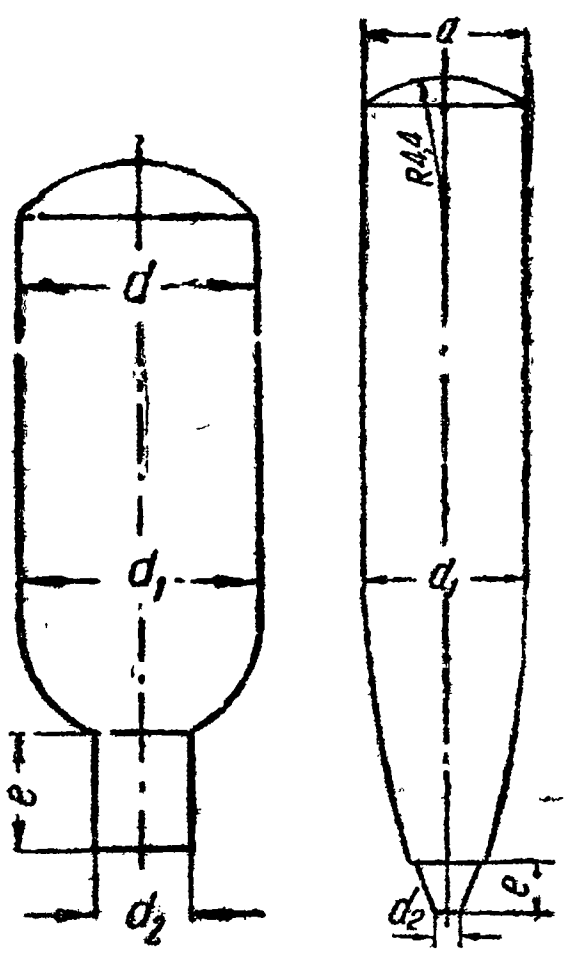
Примечание. Приведенные расчеты по формулам табл. 99 являются предварительными и должны быть обязательно проверены при определении равенства объемов сердечника в готовой пуле и сердечника для штамповки.

Если эти объемы не равны, необходимо прокорректировать составленный чертеж.

от 1,5 до 2,5 длины сердечника; диаметр направляющей части, в целях уменьшения трения скользящего в ней пуансона, делают на конус. Угол конуса колеблется в пределах 30—40′. Сопряжение направ-



Фиг. 225. **Матрица для штамповки свинцового сердечника.**



Фиг. 226. **Форма сердечников для тупоконечной и остроконечной пули.**

ляющей части с торцом матрицы осуществляется радиусом в 1,5—2 *мм*. Размеры бокового отверстия для выхода излишков свинца в виде стружки должны быть диаметром 0,7—0,8 *мм*. Чтобы отверстие не засорялось и лучше отводило стружку, с обратной стороны его увеличивают по диаметру до 2,5 *мм*. Иногда вместо цилиндра делают конус.

Наружный диаметр матрицы

$$D = (3 - 3{,}5)\,d.$$

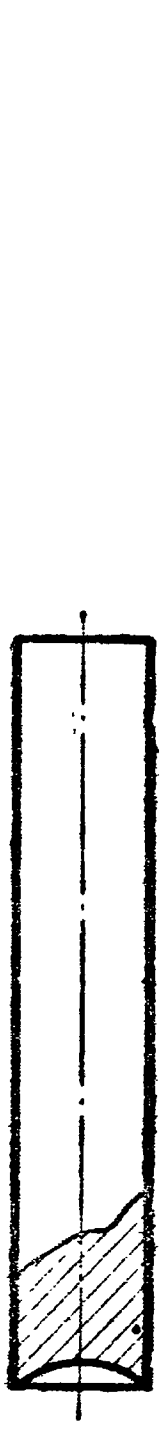
Длина матрицы

$$L = l + 15 - 20 \text{ мм}.$$

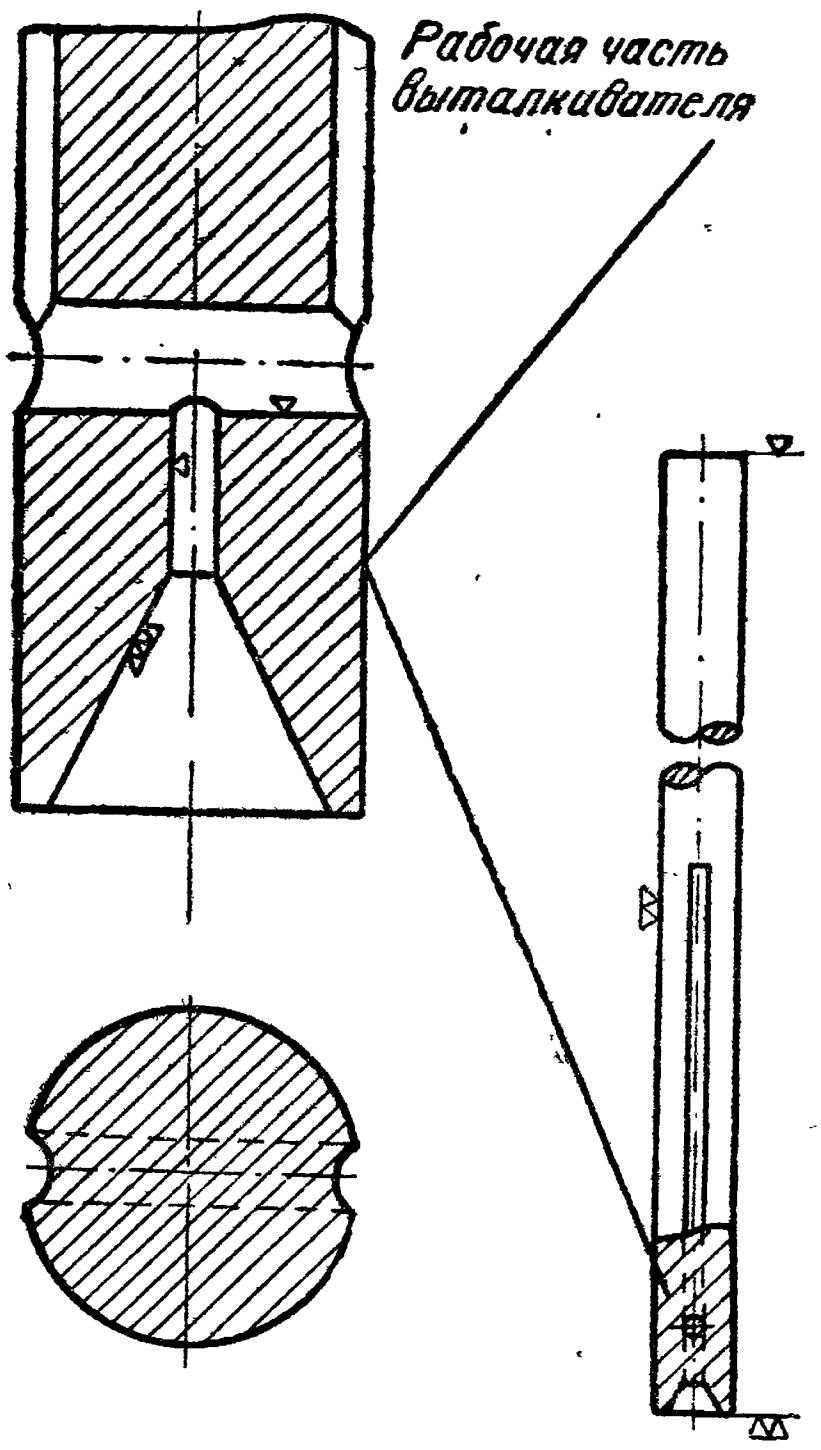
Матрицы изготовляют из стали марки У10А, имеющей твердость после термообработки $R_c = 60—64$.

Б. Пуансон штамповки

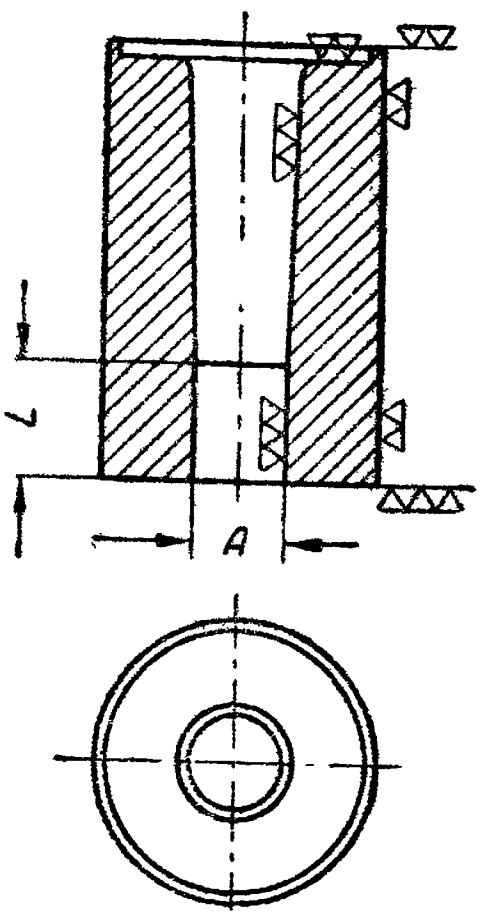
Пуансон штамповки представляет собою обычный стержень, на торце которого сделано углубление по форме задка сердечника (фиг. 227).



Фиг. 227. Пуансон для штамповки свинцового сердечника.



Фиг. 228. Выталкиватель.



Фиг. 229. Матрицы для отрезки свинцовой проволоки.

Диаметр пуансона должен соответствовать размерам матрицы. Следует помнить, что диаметр пуансона при своем нижнем рабочем положении должен входить в матрицу плотно, ибо если будет зазор, неизбежны заусенцы по задку сердечника, что недопустимо при монтаже. В целях экономии стали обычно пуансоны штамповки изготовляют двухсторонними. Материалом для изготовления пуансонов служит сталь марки У10А, имеющая твердость после термообработки $R_c = 58—60$.

В. Выталкиватель

(фиг. 228)

Выталкиватель представляет собой стержень с гнездом по форме сердечника и отверстием для выхода воздуха. Выталкиватель изготовляют из стали марки У8А—У10А. Твердость стали после термообработки $R_c = 55—58$.

Г. Матрицы для отрезки заготовки

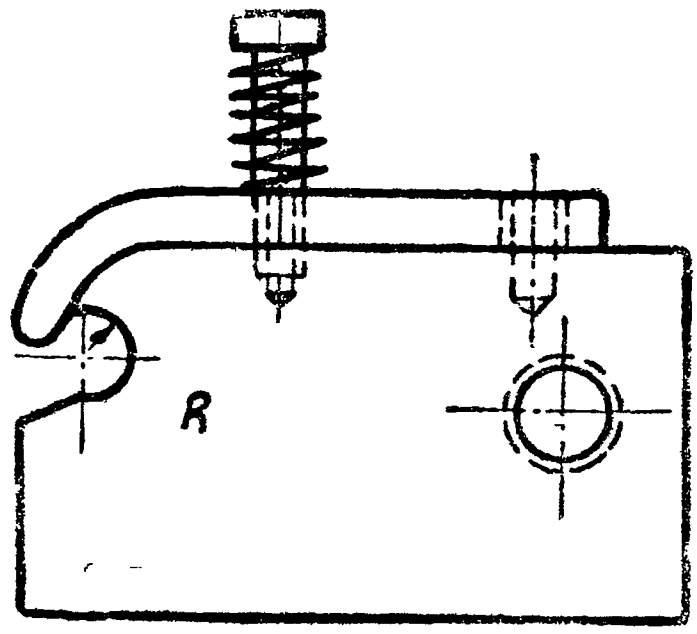
Конструкция матриц для отрезки свинцовой проволоки показана на фиг. 229. Рабочая часть матрицы состоит из цилиндра и конуса. Размер A, являющийся рабочим цилиндром, берется по максимальному диаметру проволоки + 0,05 *мм*. Длина рабочего участка L — от 10 до 15 *мм*. Для облегчения ввода проволоки в рабочее отверстие угол берется от 10 до 20°. Матрицы изготовляют из стали марки У10А, имеющей твердость после термообработки $R_C = 58—60$.

Д. Отрезной нож

Конструкция ножа зависит от типа пресса. На фиг. 230 показан отрезной нож, применяемый на холодновысадочных прессах Ватербери. Рабочей частью ножа является кромка A. Радиус режущей кромки ножа берется равным

$$R = \frac{d_{\text{пр max}}}{2}$$

с допуском на изготовление от 0,03 до 0,05 *мм*. Материалом для отрезного ножа служит сталь марки У10А. Твердость стали после термообработки $R_C = 58—60$.



Фиг. 230. Нож для отрезки проволоки на прессах Ватербери.

Крепление рабочих инструментов в основном определяется конструкцией станка. На фиг. 224 показано одно из устройств, конструкция которого ясна из чертежа.

§ 6. Контроль качества штамповки сердечников

Качество штамповки сердечника зависит от:

а) точности исполнения инструмента;
б) точности наладки станка и неизменности ее в процессе работы;
в) точности поступающей на штамповку проволоки;
г) однородности свойств прутков, поступающих на штамповку.

Таблица 100

Виды и причины брака при штамповке свинцовых сердечников

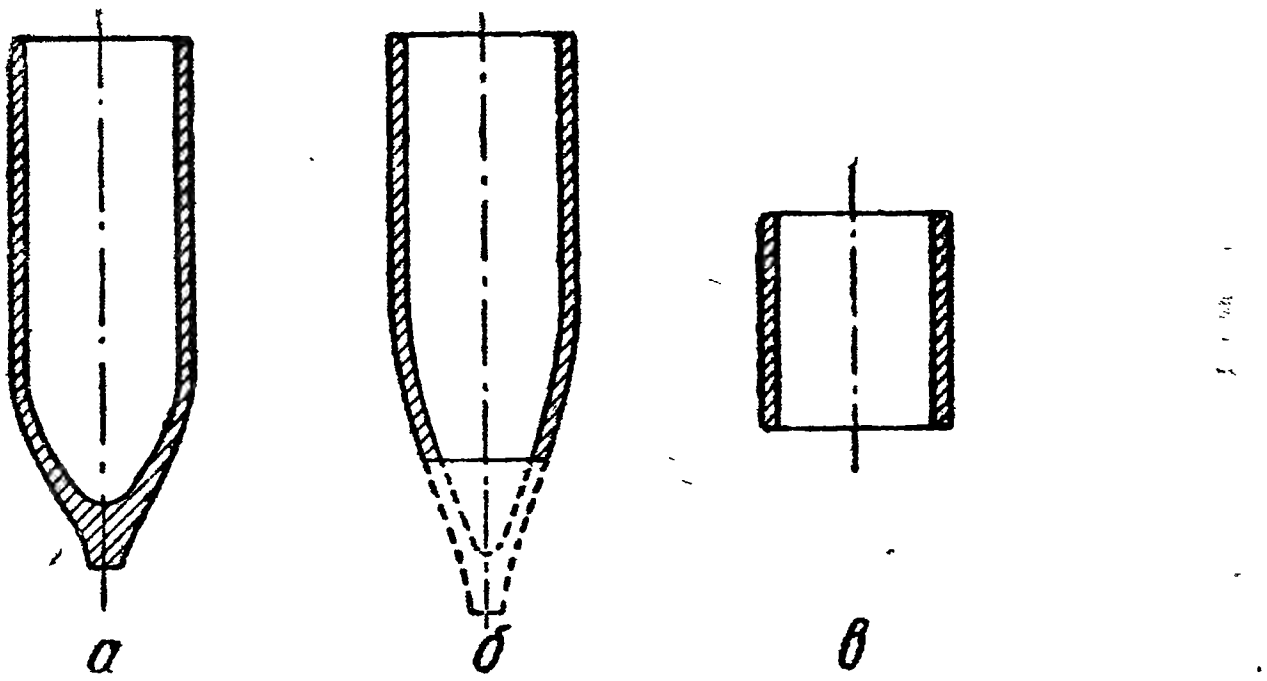
Виды брака	Причины
Сердечник с заусенцем по торцу	Неправильный по диаметру пуансон, т. е. сопряжение матрицы и пуансона происходит с зазором, куда и затекает свинец
Неудовлетворительный диаметр сердечника	Неправильный размер матрицы
Тяжелый или легкий сердечник	Неправильная наладка станка; проволока с неправильными диаметральными размерами; неоднородность состава сплава
Сердечник без вершинки	Засорен воздушник выталкивателя или неправильная установка выталкивателя
Куски (бесформенный сердечник)	Неправильная длина отрезки вследствие нарушения работы механизма подачи
Царапины	Неудовлетворительная работа механизма подачи; загрязненная смазка; налипание металла на матрицу

Сердечники проверяют по профилю, диаметру, весу и состоянию поверхности. Диаметр проверяется предельной скобой, профиль — шаблоном; поверхность контролируется по внешнему виду, а вес — на аналитических весах. Допуск по весу не должен быть больше 0,5% от веса сердечника.

В табл. 100 приведены виды и причины брака при штамповке сердечника.

§ 7. Технология изготовления свинцовых рубашек

Заготовкой для изготовления рубашек является пруток (проволока) из сплава свинца и сурьмы. В последнее время, как указывалось ранее, ведутся работы по использованию трубки в качестве заготовки для открытых рубашек.



Фиг. 231. Типы свинцовых рубашек.

Точность диаметральных размеров прутка (проволоки), идущего на изготовление рубашек, зависит от процесса изготовления последних.

Для рубашек, изготовляемых без обрезки, допуск на диаметр прутка должен быть по третьему классу точности; для рубашек, обрезаемых по седьмому классу точности, увеличение допуска по диаметру прутка в случае необрезаемых рубашек затруднило бы получение веса рубашки в допусках, установленных чертежом. Весовой же допуск мал и обычно не превышает 2—3% от веса рубашки. Размеры заготовки для рубашек зависят от формы и метода изготовления рубашки (с обрезкой или без нее).

На фиг. 231 показаны три типа рубашек, встречающихся в патронах стрелкового оружия: тип *а* — рубашка без обрезки, соединяемая с сердечником в процессе ее изготовления и закрытая рубашка, обрезаемая после штамповки; тип *б* — открытая с двух сторон, обрезаемая после штамповки в виде колпачка, и, наконец, тип *в* — рубашка в виде трубки, изготовляемая без обрезки и собираемая с сердечником в процессе ее изготовления.

Диаметр заготовки (прутка, проволоки) и длина заготовки (высота) цилиндра отрезаемого от прутка рассчитываются по формулам:

$$D = kd$$

и

$$L = \frac{4 \cdot 100 \cdot V}{\pi D^2 (100 - x)},$$

где D — диаметр заготовки (прутка), *мм*;
d — диаметр рубашки по ведущей части, *мм*;
V — объем рубашки по чертежу, *мм*^{3};

x — величина потерь в процессе изготовления рубашки в процентах;
k — коэфициент формы.

Значения x и k — в зависимости от типа рубашек.

Тип рубашки	k	x в процентах
Рубашки глухие, изготовляемые без обрезки (тип *а*)	0,9—0,92	2—3
Рубашки открытые, изготовляемые без обрезки (тип *а*)	0,92—0,94	2—3
Рубашки глухие, обрезаемые после штамповки (тип *а*)	0,86—0,92	8—10
Рубашки открытые, обрезаемые с двух концов после штамповки (тип *б*)	0,86—0,92	55—60

Рубашки изготовляют по следующей схеме:

1. Подача прутка, отрезка заготовки до объема рубашки с учетом отходов.
2. Штамповка стаканчика.
3. Штамповка рубашки.
4. Обрезка рубашки.

Приведенная схема процессов дана в общем виде; число операций может изменяться в зависимости от типа и размеров рубашки и наличного парка оборудования.

При многопозиционных процессах и одновременной сборке рубашки и сердечника в процессе ее изготовления первые три операции производятся на одном станке, а четвертая операция (обрезка) отсутствует.

Заметим, что число переходов в процессе штамповки рубашки зависит при наличии стаканчика от глубины рубашки и толщины ее стенок. Если общая длина рубашки больше 3,5 диаметров ведущей части, а толщина стенки не более 0,3 *мм*, — штамповок две.

Если рубашка изготовляется отдельно от сердечника, первые две операции производятся на холодновысадочном прессе, подобном применяемому при штамповке сердечников; затем, прежде чем поступить на штамповку, стаканчик отмачивают в мыльном растворе.

Отмачивание производится в железных ваннах. Концентрация раствора: на 75—80 ведер воды берется 8 *кг* ядрового мыла. Время выдержки стаканчиков в растворе — не менее часа. Штамповка рубашки в этом случае, даже если общая длина более 3,5 диаметров, производится в одну операцию. Возможность получения такого глубокого изделия за одну операцию объясняется тем, что давление пуансона на металл производится в течение короткого промежутка времени; при этом металл сильно нагревается (что способствует его лучшему течению), но тотчас же остывает, так как стенки рубашки имеют небольшую толщину.

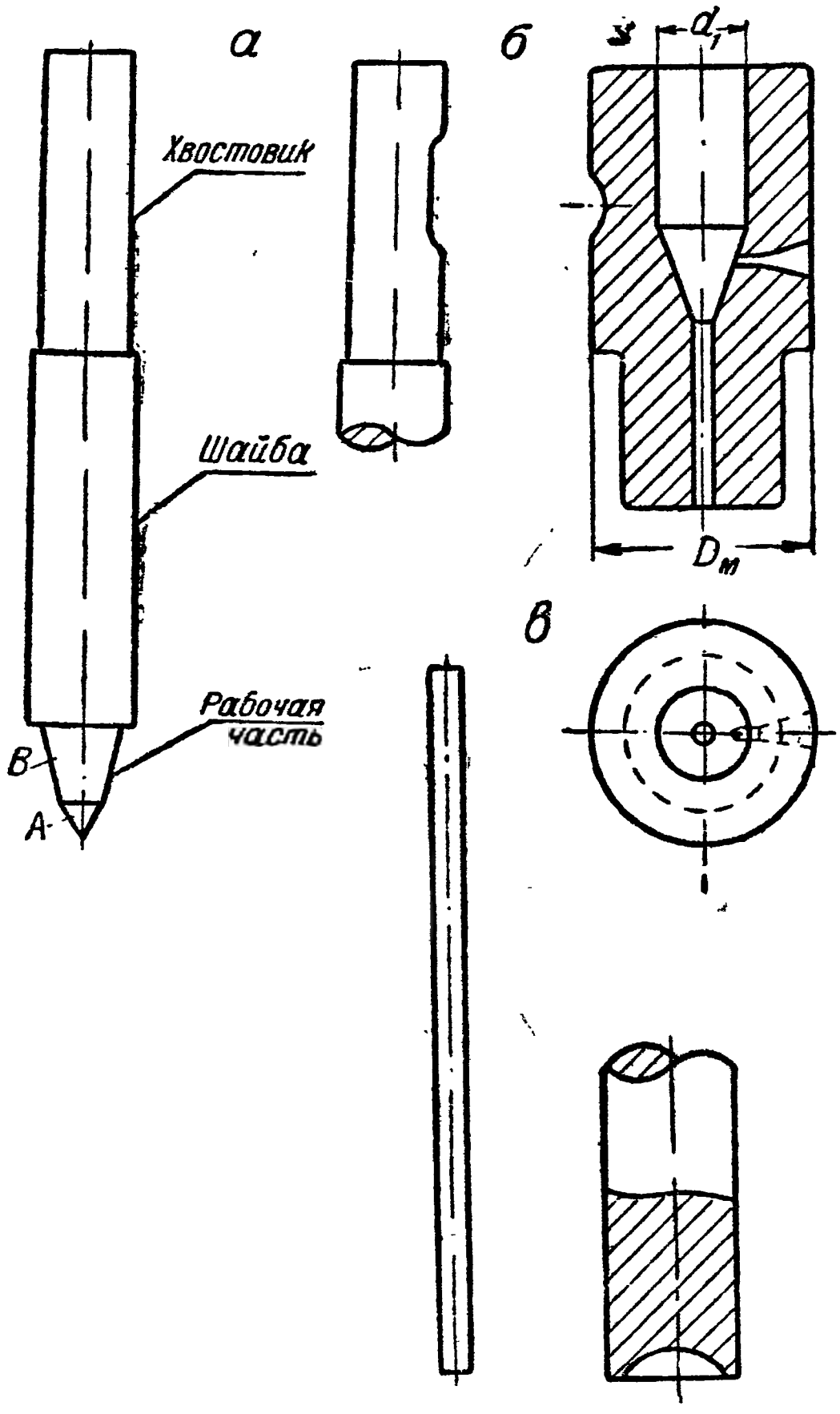
Рубашки обрезают в процессе штамповки или на обычных бабках. Технология обрезки указана в гл. VIII.

После обрезки и отмачивания рубашки сушат.

Подлежащие сушке рубашки, весом не более 10—12 *кг*, укладываются на противни, которые устанавливают в сушильный шкаф.

Температура сушки 70—90°, время сушки 20—30 мин. Независимо от принятой схемы процесса изготовления рубашки номенклатура и форма рабочего инструмента аналогичны.

Инструменты для изготовления свинцовых рубашек: 1) пуансон, матрица и выталкиватель для штамповки стаканчиков и 2) пуансон, матрица и выталкиватель для штамповки рубашки.



Фиг. 232. Инструмент для штамповки свинцового стаканчика:

а—пуансон штамповки; *б*—матрица штамповки; *в*—выталкиватель.

Инструмент для отрезки заготовки от прутка и обрезки рубашки после штамповки перечислен в § 6 настоящей главы.

Комплект инструмента для штамповки стаканчика показан на фиг. 232.

Пуансон штамповки представляет собою стержень, состоящий из трех частей: рабочей, шейки и хвостовика. Рабочая часть пуансона составлена из двух конусов. Конус *A* подготовляет донную часть рубашки к образованию оживала и берется в пределах от 80 до 100°; размеры конуса *B* выбирают с таким расчетом, чтобы получить чертежные размеры рубашки, соответствующие толщине стенки для рубашек, изготовляемых без обрезки, и близкие к чертежным размерам для рубашек, изготовляемых с обрезкой.

Диаметр шейки пуансона принимается равным рабочей части матрицы и во избежание затекания свинца при штамповке стаканчика изготовляется по второму классу точности (скользящая посадка).

Рабочая часть матрицы состоит из трех частей: цилиндрического отверстия под выталкиватель, конуса и цилиндра. Диаметр цилиндрической части для рубашек, изготовляемых без обрезки, равен диаметру рубашки ведущей части матрицы, а размер конусной части выбирается, исходя из размеров пуансона и объема металла в заготовке. На конусном участке матрицы предусмотрено отверстие для выхода излишков свинца в виде стружки. Цилиндрическая часть для рубашек, проходящих обрезку, обычно делается по диаметру меньшей, чем диаметр ведущей части готовой рубашки, и определяется из выражения

$$d_1 = 0{,}96\,d.$$

Остальные размеры подбирают так же, как и для необрезаемой рубашки.

Наружный диаметр матрицы выбирается конструктивно:

$$D_м = (3 - 3{,}5)\,d.$$

Длина матрицы для прессовки колпачка складывается из длины цилиндрической части, равной двум диаметрам шейки пуансона, длины цилиндрической части под выталкиватель, равной 4—5 диаметрам выталкивателя, и длины рабочей части, определяемой после составления чертежа стаканчика.

Выталкиватель представляет обычный стержень, в торце которого сделано сферическое углубление по форме головки стаканчика.

Пуансон и матрица изготовляются из стали У10А и после термообработки имеют твердость $R_C = 61—63$, а выталкиватель — из стали У8 с твердостью после термообработки $R_C = 45—50$.

Рабочие части у всех инструментов необходимо хромировать и тщательно полировать.

Комплект инструмента для штамповки рубашки состоит из матрицы, пуансона и выталкивателя (фиг. 233).

Размеры рабочих частей этих инструментов соответствуют размерам рубашки; отверстие для выхода излишков свинца на матрице отсутствует.

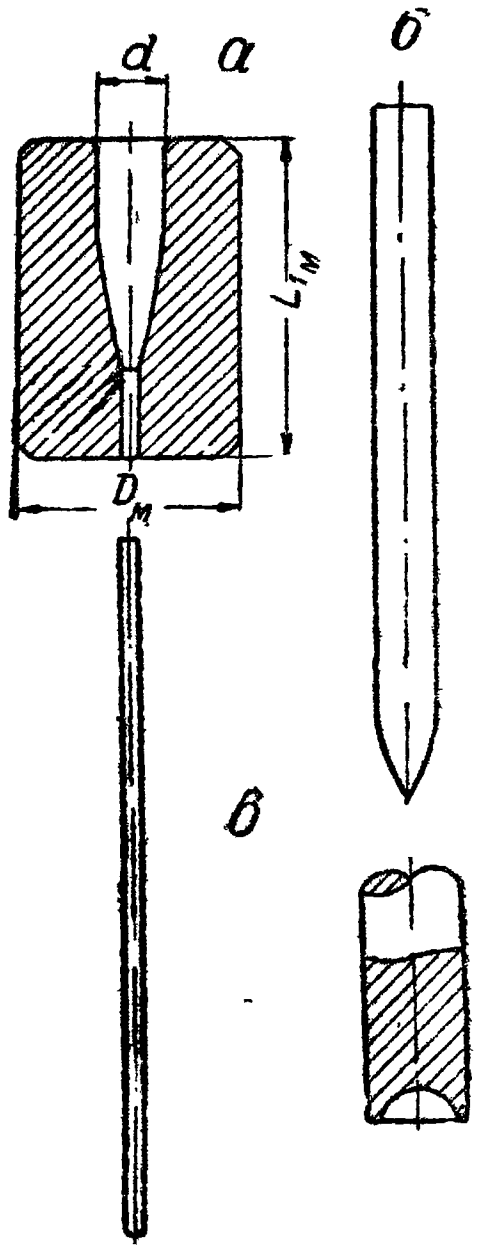
Наружный диаметр и длину матрицы определяют из выражений:

$$D_м = (3—3{,}5)d$$

$$L_м = L_{руб} + 10—15 \text{ мм}.$$

Материал для инструмента и его твердость после термообработки такие же, как и при штамповке стаканчика.

Контроль размеров рубашки в процессе ее изготовления производится по весу и диаметру.



Фиг. 233. Инструмент для штамповки рубашки:

а—матрица штамповки; *б*—пуансон штамповки; *в*—выталкиватель.

В табл. 101 приведены виды и причины брака при изготовлении свинцовых рубашек.

Таблица 101

Виды брака и причины его появления при изготовлении свинцовых рубашек

Виды брака	Причины
Разный вес рубашек	1. Нарушена работа механизма, подающего свинцовый пруток (проволоку) 2. Изменен химический состав сплава
Отпечатки, задиры, заусенцы на донышке и кромках	Изношенная и загрязненная рабочая часть инструмента или неправильная установка его
Разностенность	Несовпадение осей пуансона и матрицы
Несоответствие линейных размеров рубашки	Износ инструмента или неправильная установка в направлении подачи
Мятины	1. Неисправность подставки с полотном, на которую падает рубашка 2. Небрежное отношение при транспортировке
Раковины и трещины	Недоброкачественный пруток (проволока), полученный в результате нарушения режима плавки и прессовки
Темные пятна на поверхности рубашки	Продолжительная сушка

ГЛАВА XIV

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ОБРАБОТКИ СЕРДЕЧНИКОВ

§ 1. Изготовление стальных сердечников штамповкой

Использование мягкой стали как заменителя свинца, применяемого для изготовления сердечников обыкновенных пуль, затрудняет производство сердечников.

При этом:

1. Удлиняется технологический цикл изготовления сердечника и пули.
2. Появляется необходимость в дополнительной детали — свинцовой рубашке.
3. Живучесть ствола уменьшается.
4. Технико-экономические показатели предприятия, изготовляющего патроны, ухудшаются.

Из этого следует, что применение стали как материала для сердечника обыкновенных пуль может быть рекомендовано только при отсутствии свинца.

Прежде чем перейти к освещению технологических вопросов, связанных со штамповкой сердечника, считаем необходимым обратить внимание читателей на ряд весьма существенных обстоятельств:

I. Применение стального сердечника требует разработки новой пули, так как изменение ее веса и формы влечет за собой изменение динамических характеристик.

Основное же требование ко всем пулям данного калибра заключается в обязательном сопряжении траектории, по крайней мере, на тех дистанциях, на которых они имеют наибольшее боевое применение, потому что различие в траекториях может привести к большим ошибкам при стрельбе.

II. Применение стали для сердечника не исключает полностью применения свинца. Во избежание резкого снижения живучести ствола оружия между сердечником и оболочкой должна быть предусмотрена свинцовая рубашка. А это значит, что экономия свинца при переходе на стальной сердечник не превышает 60—70%, и только для пистолетной пули имеется возможность довести эту экономию до 80%.

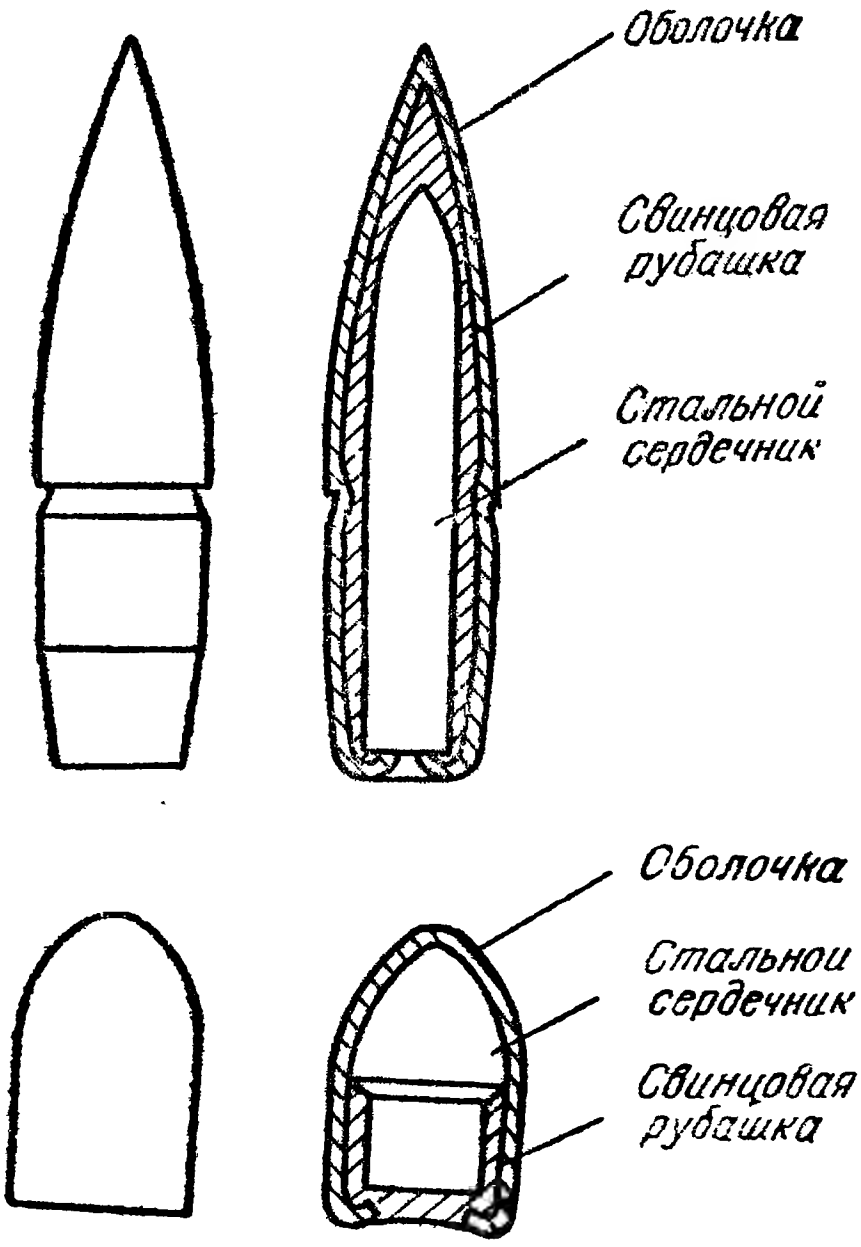
И, наконец, форма сердечника должна быть доступна для штамповки, т. е. головная часть сердечника должна быть тупой.

На фиг. 234 показаны пули со стальными сердечниками, получившими широкое распространение на немецких заводах в период 1939—1945 гг.

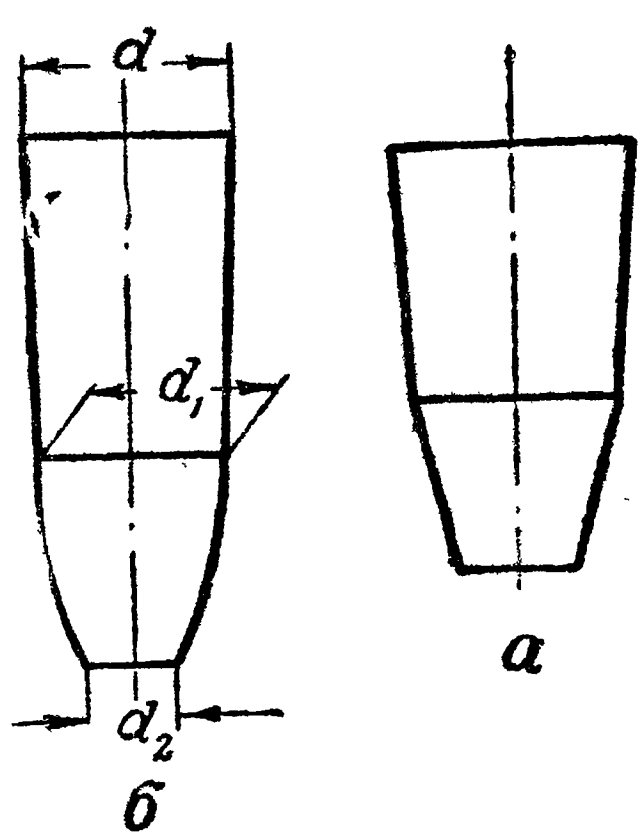
Процесс изготовления сердечников из стали складывается из следующих операций:

1. Отрезка заготовки и предварительная штамповка оживальной части.
2. Отжиг при температуре 630—650°.
3. Травление и промывка.
4. Окончательная штамповка ожизальной части.
5. Протирка в барабане древесными опилками.

Приведенная структура процесса может видоизменяться: так, например, предварительная и окончательная штамповка оживальной части могут следовать непосредственно друг за другом. Однако эта перестановка операции не исключает отжига, потому что последний необходим для уменьшения твердости сердечника в целом и в основном по ведущей части, а следовательно, и повы-



Фиг. 234. Пули со стальными штампованными сердечниками.



Фиг. 235. Типы штампованных стальных сердечников.

шения живучести ствола оружия. Наши опыты с пистолетной пулей калибра 7,62 *мм* показали, что отжиг повышает живучесть ствола пистолета-пулемета на 10—12% при всех прочих равных условиях.

При изготовлении стальных сердечников штамповкой необходимо, чтобы:

а) диаметральные размеры прутка были выполнены по третьему классу точности;

б) диаметральный зазор между отрезной заготовкой и цилиндрической рабочей частью матрицы штамповки был не более 0,04 *мм;*

в) оси пуансона и матрицы штамповки совпадали.

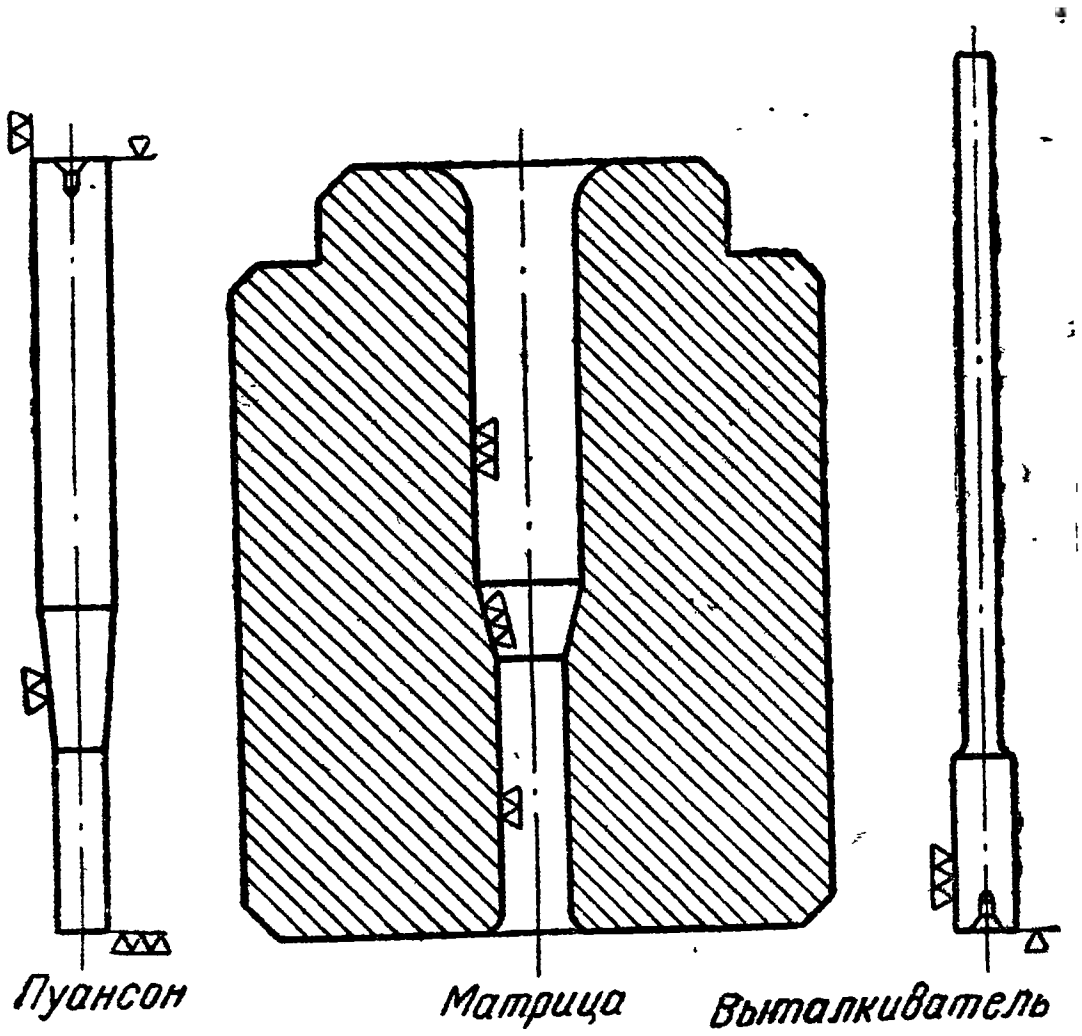
Невыполнение первых двух условий приводит к искривлению сердечника, а третьего — к получению косого торца, что не только ухудшает условия монтажа пуль, но и кучность.

Известны два типа штампованных сердечников: сердечники из дзух конусов (тип *а*) и сердечники из конуса и оживала (тип *б*).

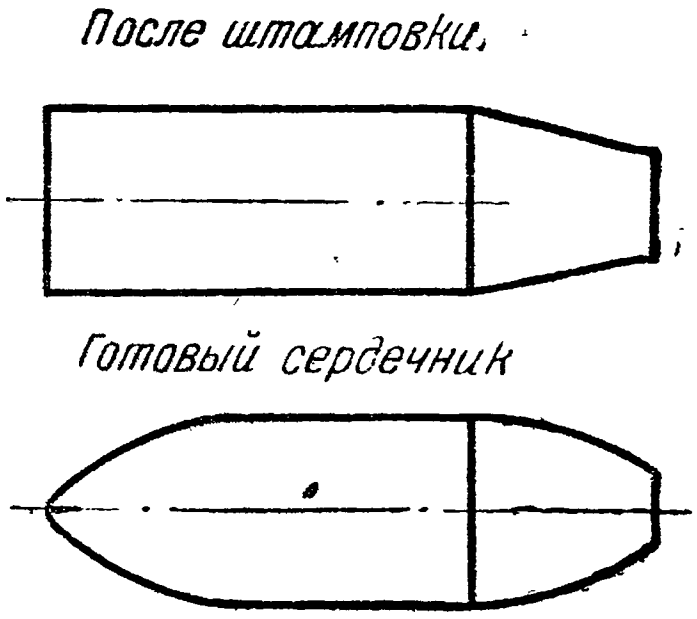
Инструмент для штамповки стальных сердечников показан на фиг. 236. Его отличительной особенностью является лучшее направление для пуансона штамповки и отсутствие на рабочей части матрицы отверстия для выхода отходов; в остальном он аналогичен инструменту для штамповки свинцовых сердечников.

Все сказанное в отношении точности изготовления прутка и инструмента остается в силе и при штамповке конического задка у бронебойных сердечников (фиг. 237).

Сердечник или только хвостовую часть его штампуют на холодновысадочных прессах с цельной матрицей.



Фиг. 236. Комплект рабочего инструмента для штамповки стальных сердечников.



Фиг. 237. Бронебойный сердечник.

Усилия для отрезки заготовки от прутка и штамповки определяют по следующим формулам.

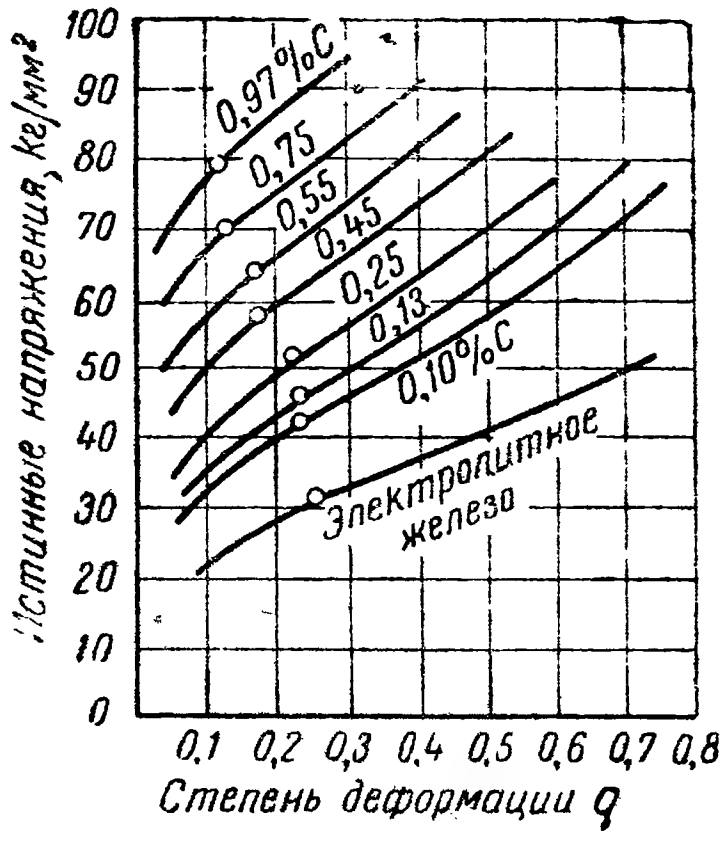
Усилие отрезки

$$P = 1{,}25\,\frac{\pi d^2}{4}\,\sigma_{ср} = \frac{\pi d^2}{4}\,0{,}8\sigma_b \cdot 1{,}25,$$

где d — диаметр проволоки (прутка), *мм*;

$\sigma_{ср}$ — сопротивление материала срезу, *кг/мм²*;

σ_b — сопротивление разрыву, *кг/мм²*.



Фиг. 238. Диаграмма Карбара.

Усиление штамповки в конечный момент штамповки

$$P = F\sigma_s v\tau,$$

где F — площадь проекции штампуемой детали, *мм²*;

σ_s — предел текучести металла, определенный с учетом упрочнения соответственно заданной степени деформаци (наклепу), *кг/мм²*;

v — коэфициент, учитывающий объемный характер напряженного состояния металла в закрытом штампе, принимаемый при штамповке изделия без заусенцев от 1,75 до 2,0;

τ — коэфициент, учитывающий влияние формы штампуемого изделия и трение металла о штамп.

Предел текучести металла, соответствующий данной степени деформации (наклепу), определяется по диаграмме Кербера (фиг. 238).

На оси абсцисс диаграммы отложена степень деформации (наклеп), определяемая из выражения

$$q = \frac{F_k - F_и}{F_k}$$

или

$$\frac{h_н - h}{h_н},$$

где $F_к$ и $F_и$ — площади поперечного сечения заготовки и изделия, *мм*²;
$h_н$ и h — высоты заготовки и изделия в форме цилиндра, *мм*.

Для изделий другой формы (конус, полушар и пр.) h представляет приведенную высоту, определяемую из уравнения:

$$h_{пр} = \frac{V}{F_{max}}$$

или

$$h_{мач} \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2,$$

где V — объем высаживаемой части;
F_{max} — площадь основания высаживаемой части;
d — диаметр высаживаемой части;
D — наибольший диаметр высаживаемой части.

Кривые диаграммы даны для основных видов сталей; на ординатах диаграммы приведены значения предела текучести в *кг/мм*².

Степени деформации (наклепы), имеющие большие значения, чем это указано на диаграмме, не рекомендуются, так как они могут привести к трещинам в штампуемом изделии.

Значение коэфициента τ можно вычислить по данным инж. Шакай:

$$\tau = 1 + 0{,}45\mu\frac{D}{h},$$

где μ — от 0,1 до 0,2 в зависимости от типа и наличия смазки.

Учитывая все сказанное, формулы для определения усилия в конечный или начальный момент высадки примут вид:

$$P_{нач} = \sigma_s\left(1 + 0{,}1\frac{d}{h_{нач}}\right)F_{нач};\ P_{кон} = 1{,}75\sigma_s\left(1 + 0{,}1\frac{D}{h}\right)F,$$

где $F_{нач}$ — площадь поперечного сечения осаживаемой части заготовки;
d — диаметр осаживаемой части, *мм*;
$h_{нач}$ — высота осаживаемой части, *мм*.

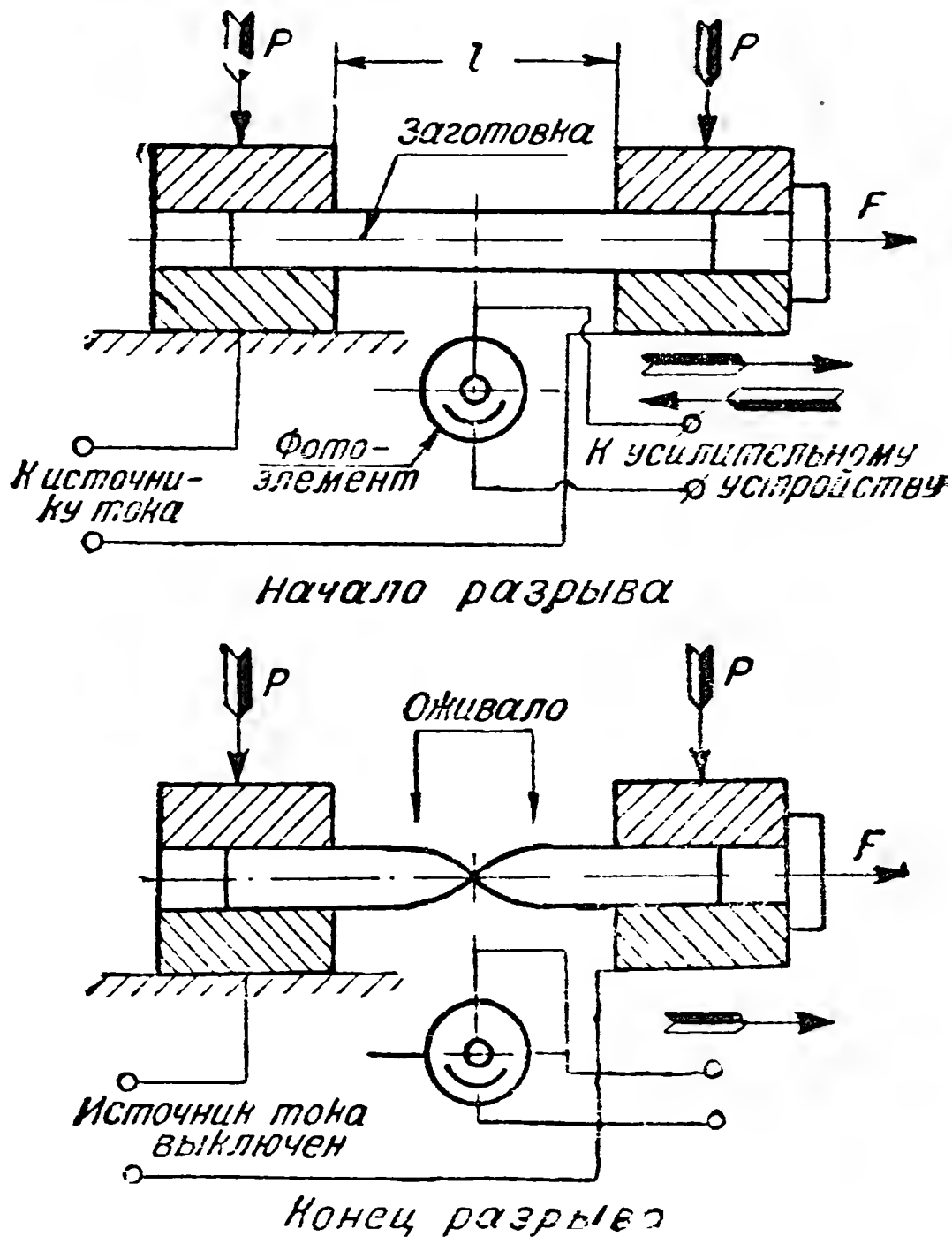
Перед штамповкой заготовки рекомендуется подвергнуть контактному омеднению, бондеризации или протирке в барабанах с графитом. Омеднение, бондеризация и графитование повышают стойкость инструмента.

Контроль качества штамповки стальных сердечников производится по диаметру — кольцом, по фигуре — шаблоном и по длине — скобой.

§ 2. Изготовление оживальной части бронебойных сердечников электрорастяжкой

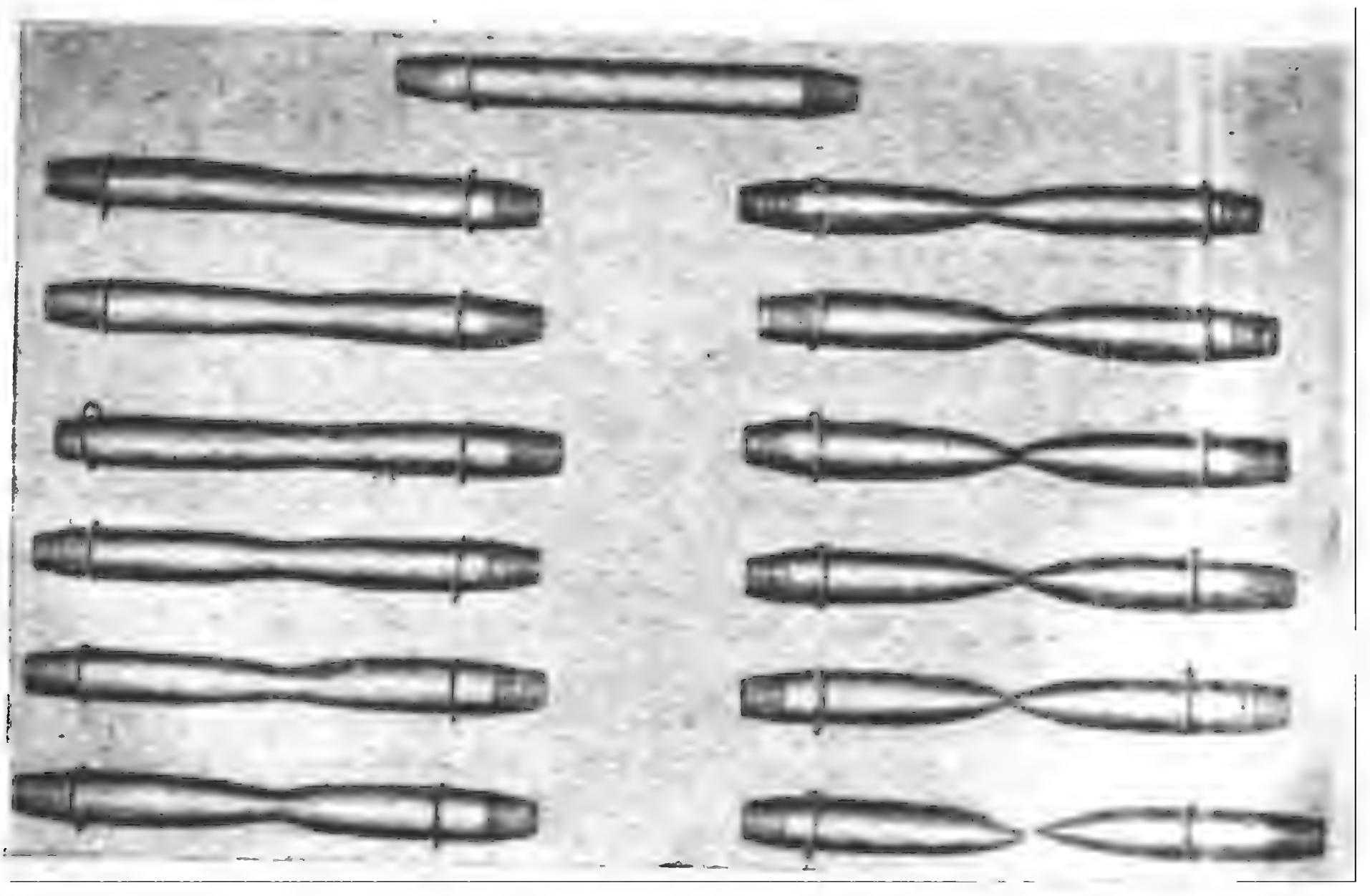
Из многочисленных и разнообразных технологических операций, выполняемых при изготовлении металлических элементов патрона, наименее производительной является обработка оживальной части

бронебойных сердечников, изготовляемых из стали У12А, которые в настоящее время обтачиваются на специальных токарных автоматах фасонными резцами.



Фиг. 239. Электрорастяжка (схема процесса).

Помимо низкой производительности, наиболее существенными недостатками такой обработки являются большое количество отходов (до 18% стружки) и большие затраты на инструмент. Инженеры Волчкин и Розендорн предложили принципиально новый метод изготовления оживальной части сердечника, названный ими «электрорастяжкой», который заключается в следующем: концы заготовки, длина которой расчитана на два изделия, помещают в зажиме (фиг. 239) и через заготовку пропускают электрический ток, нагревающий средний участок ее до необходимой температуры. После этого заготовка растягивается до разрыва. Форма образующейся при этом шейки соответствует оживалам двух сердечников, соприкасающихся остриями. Последовательные процессы показаны на фиг. 240. Требуемый профиль изготовляемых таким образом изделий достигается регулировкой скорости растяжения, температуры нагрева и длины свободной от зажима части заготовки. На



Фиг. 240. Последовательность процесса электрорастяжки сердечников.

фиг. 241 изображена схема станка для электрорастяжки оживальной части сердечника. Концы заготовки находятся в зажимах *А* и *Б;* первый смонтирован в неподвижной головке *НГ,* второй — в подвижной головке *ПГ*.

Подъем и опускание зажимов осуществляются посредством насоса *ГН-2,* подающего масло из бака *МБ* через золотник *33* в цилиндры *ЦЗ*. В положении золотника, изображенном на схеме, масло нагнетается в верхние полости цилиндров и, следовательно, происходит зажим заготовки. Одновременно масло поступает в реле давления *РД-1*. Когда заготовка зажата, давление, развиваемое насосом *ГН-2,* достигает максимальной величины, и *РД-1* замыкает контакты *27—28* в цепи катушки. В эту же цепь включены контакты *29—30,* замыкаемые конечным выключателем *КВ-1* от упора *В* при остановке головки *ПГ* в левом (переднем) крайнем положении. Если при этом переключатель соединит концы, катушка включится и замкнет контакты, вследствие чего будет включена первичная обмотка трансформатора нагрева. Таким образом нагрев заготовки может начаться только в тот момент, когда головка *ПГ* находится в крайнем левом положении, а заготовка надежно удерживается в зажимах.

Нагретая заготовка освещает фотоэлемент *ФЭ*, в котором возникает ток, перекрывающий отрицательное смещение сетки усилительной лампы. Ток, протекающий в анодной цепи лампы, таким же образом воздействует на сетку тиратрона, в связи с чем последний зажигается и включает катушку реле.

Таким образом включение реле приводит к следующим результатам:

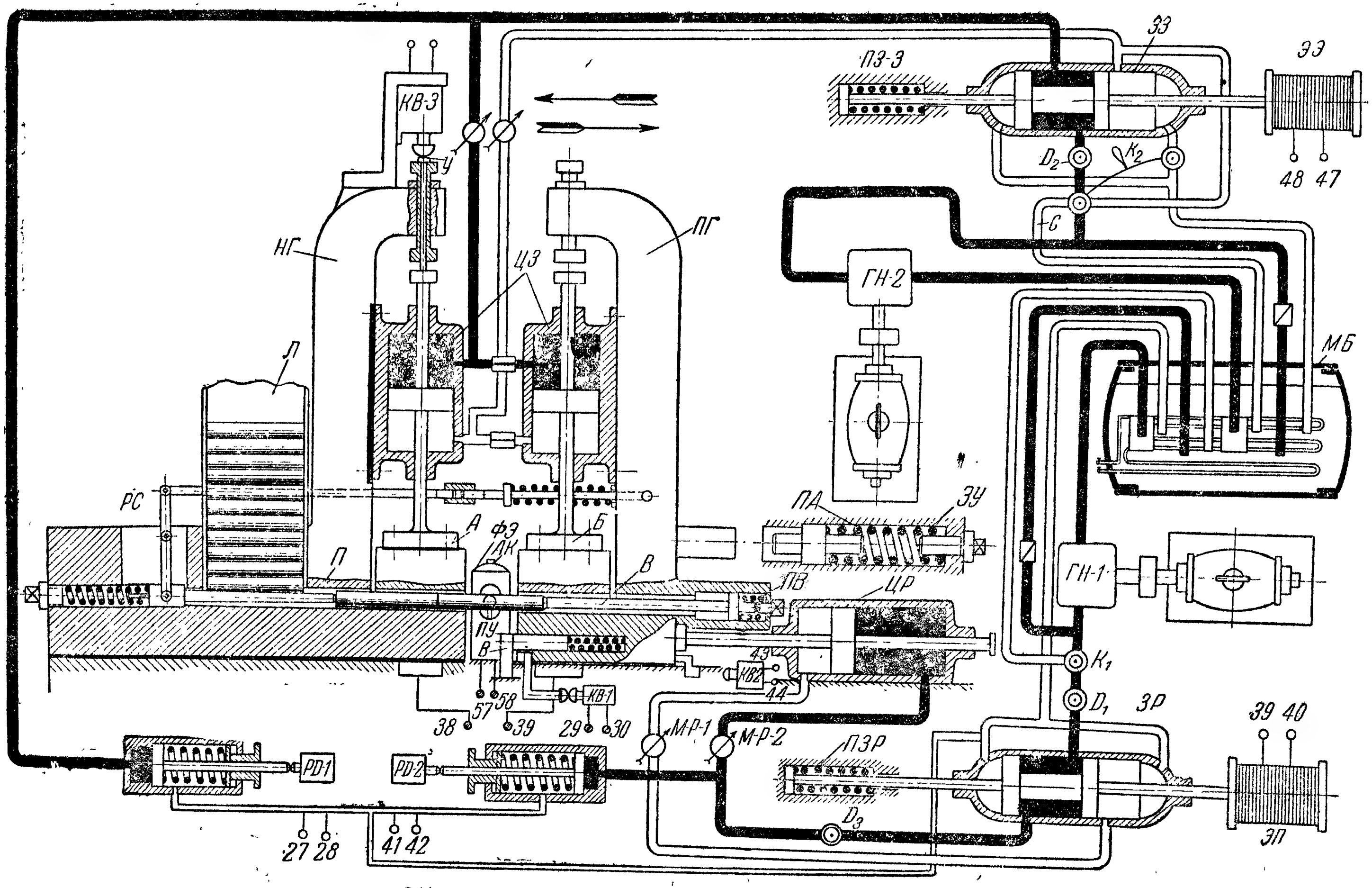
1. Разрывается цепь катушки, контакты которой отключают первичную обмотку трансформатора, и следовательно, нагрев заготовки прекращается.

2. Снимается отрицательное смещение с сетки тиратрона, для того чтобы после прекращения фототока анодная цепь тиратрона продолжала пропускать ток, питающий реле.

3. Включается катушка *ЭП 39—40,* которая перемещает слева направо золотник растяжки *ЗР*. вследствие чего головка *ПГ,* связанная с поршнем цилиндра растяжки *ЦР,* начинает двигаться и растягивать заготовку. В крайнем заднем положении головка *ПГ* останавливается на амортизирующем упоре *ЗУ* и посредством конечного выключателя *КВ-2* замыкает контакт *43—44*. При этом ток проходит через катушку *ЭЭ 47—48,* золотник *33* перемещается слева направо и направляет масло в нижние полости цилиндров *ЦЗ,* вследствие чего происходит подъем зажимов *А* и *Б*.

Сердечники удаляются из зажима *А* выталкивателем *В,* находящимся под действием пружины *ПВ,* а из зажима *Б* — очередной заготовкой, подаваемой из лотка *Л* стержнем *П* от тяги *РС*.

Подъем поршня в левом цилиндре *ЦЗ* заставляет конечный выключатель *КВ-3,* смонтированный на неподвижной головке *НГ,* разомкнуть контакт *51—52,* вследствие чего прерывается анодная цепь тиратрона, обесточивается катушка и нормально открытый контакт *38* разрывает цепь катушки *39—40*. Тогда пружина *ПЗР* перемещает золотник *ЗР* влево, головка *ПГ* движется в исходное положение и останавливается на переднем амортизирующем упоре *ПУ*. В этот момент повышается давление в цилиндре *ЦР,* срабатывает сообщающееся с ним реле давления *РД-2* и размыкает нормально закрытый контакт *41—42* в цепи катушки *47—48,* что позволяет пружине *ПЗ—З* переместить влево золотник *33*. Таким образом начинается зажим заготовки, и затем весь цикл автоматически повторяется.



Фиг. 241. Схема автомата для электрорастяжки сердечников.

Если с помощью переключателя разомкнуть контакт, то станок начнет работать на режиме одиночного цикла, который будет повторяться лишь при нажиме рукой на кнопку. Если разомкнуть контакты, произойдет лишь зажим и нагрев заготовки без последующей ее растяжки, что может потребоваться для замера и регулировки температуры нагрева при помощи имеющегося на станке пирометра.

Для пуска станка и управления отдельными его движениями имеются еще следующие гидравлические и электрические органы управления.

1. Кнопки пуск и стоп, находящиеся на пульте, предназначены для включения и выключения контакторов.

2. Кнопки на станине станка, при помощи которых производится пуск и остановка моторов, вращающих гидронасосы *ГН-1* и *ГН-2*.

3. Кнопка *АК* в цепи катушки *39—40*, при нажатии которой перемещается подвижная головка *ПГ*.

4. Дроссель $Д_1$, регулирующий скорость движения зажима.

5. Дроссель $Д_2$, регулирующий скорость растяжки.

6. Сливной кран $К_1$.

7. Кран $К_2$ и составляющий одно целое с ним кран *С* зажимов *А* и *Б* в любой момент цикла без помощи золотника *33*.

Внешний вид станка и пульта и расположение всех рукояток и кнопок показаны на фиг. 242 и 243.

§ 3. Изготовление сердечников из порошка железа

В 1944 г. ряд заводов в Германии в связи с отсутствием свинца начал применять для сердечников специально изготовленные железные порошки, которые спекали после прессовки их в формах.

Применяемый для сердечников порошок должен содержать мало углерода и окисей и быть свободным от силикатов.

Перед прессовкой порошок просеивают через сито в 100 меш, затем смешивают с графитом для лучшего перетекания его из механизма дозирования в форму.

Порошок спекают при температуре не более 1100° с выдержкой в печи в течение 20—40 мин. При проектировании прессформы необходимо учитывать усадку при спекании; обычно последняя не превышает 0,5%.

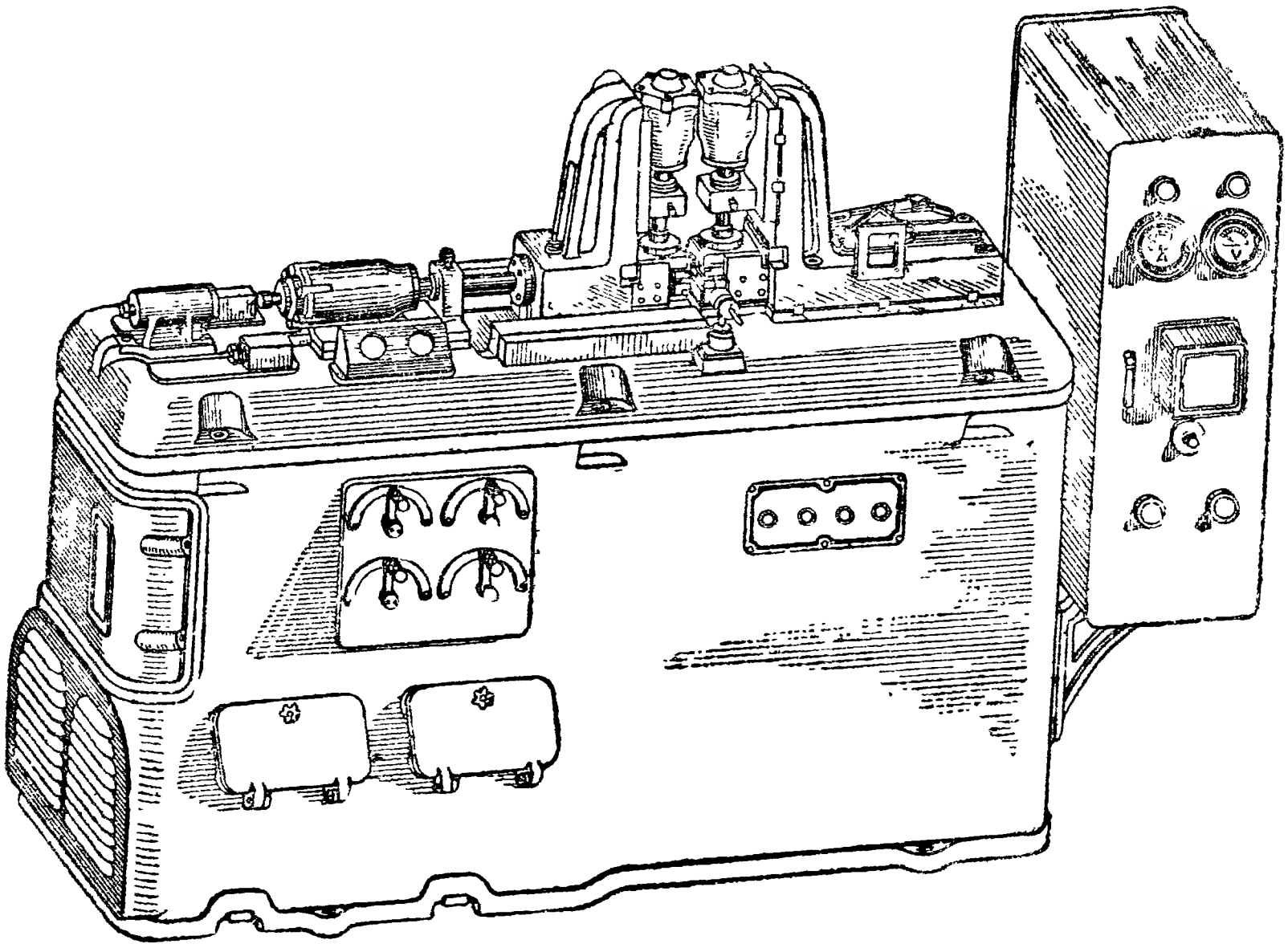
Спекание из железных порошков, несомненно, интересный процесс и возможно, что он со временем получит должное применение в производстве боеприпасов.

§ 4. Изготовление сердечников из металлокерамических твердых сплавов

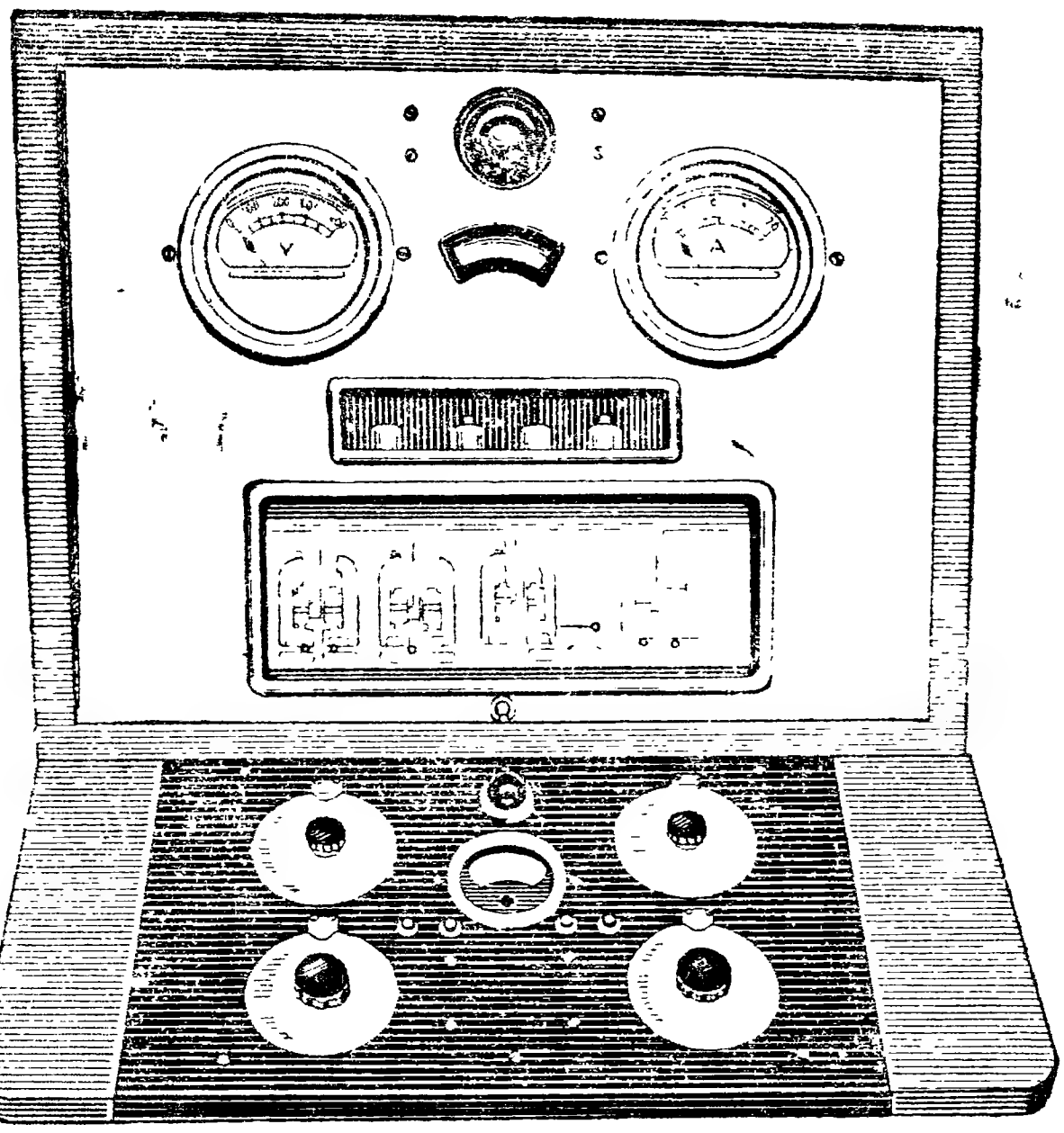
Пули с металлокерамическими сердечниками получили распространение в период 1941—1944 гг. как одно из действенных средств поражения хорошо защищенных материальных целей.

Характеристика твердых сплавов, применяемых для изготовления сердечников, приведена в гл. I. Последовательность операций процесса изготовления сердечников приведена в табл. 102.

Материал для изготовления сердечников доставляется в герметически закупоренных банках в виде порошка. Однако товарная смесь без добавления связывающего вещества прессуется плохо, а при выпрессовывании рассыпается, поэтому в смесь необходимо добавить связывающие вещества.



Фиг. 242. Общий вид станка для электрорастяжки.



Фиг. 243. Пульт управления станка для электрорастяжки.

Таблица 102

Технологический процесс изготовления бронебойных металлокерамических сердечников

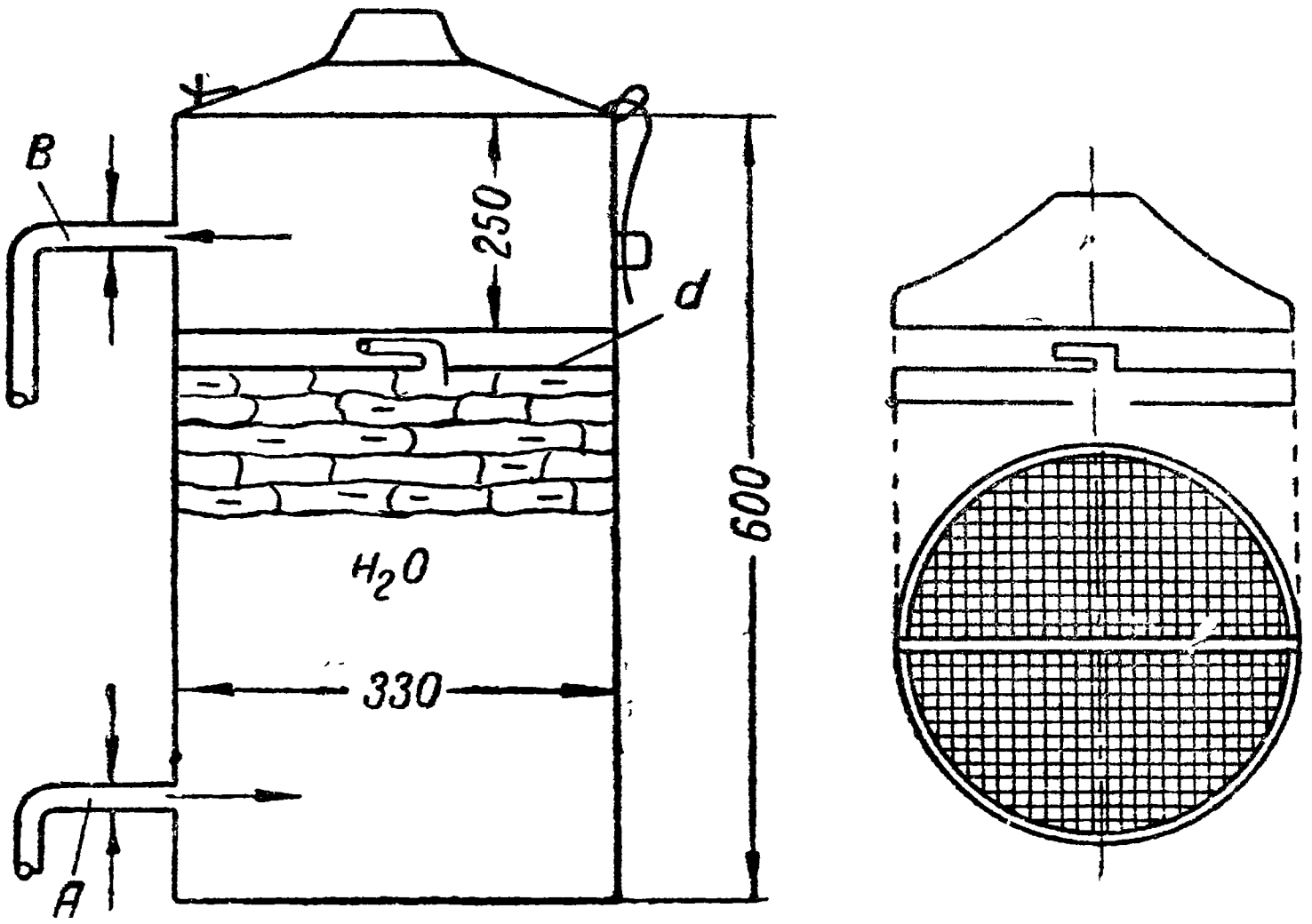
Наименование операции	Тип оборудования
Смешивание порошка сплава с раствором каучука в бензине	Противень
Сушка смеси при температуре 80—100°	Сушильный шкаф
Протирка высушенной смеси через сито	Сито в 180 меш
Дозирование смеси по весу с точностью до 0,1 *г*	Технические весы
Засыпка смеси в прессформу	—
Прессовка и выем из прессформы	Ручной винтовой или гидравлический пресс
Зачистка головки и снятие фаски на ведущей части сердечника	—
Сушка при температуре 120—150°	Сушильный шкаф
Зачистка поверхности сердечника в местах разъема прессформы	—
Укладка сердечников в угольную лодочку с засыпкой между горизонтальными и вертикальными рядами смеси сажи и магнезита	Стол и угольная лодочка
Спекание сердечников в одну стадию	Печь Таммана
Разборка лодочек после спекания	Стол
Протирка в барабанах с водой и песком	Барабан
Промывка с целью удаления песка	Барабан
Сушка после промывки	Паровой стол
Контроль по весу	Весовой автоматический станок
Контроль по длине	Станок контроля по длине
Контроль по диаметру	—
Внешний осмотр по наружной поверхности	Стол для осмотра
Выемочный контроль на удельный вес, твердость и характер излома	Аналитические весы, пресс Роквелла

Одной из первых операций при изготовлении сердечников является смачивание порошка каучуковым клеем. Каучуковый клей приготовляется из синтетического каучука мягкого сорта. Применяемый каучук должен быть свободным от металлического натрия, содержащегося в

нем обычно до 1%. Чтобы освободить каучук от металлического натрия, его необходимо промыть в проточной артезианской воде, предварительно нарезав на ломтики размером не более 1×2×5 *см*. Бачок для промывки показан на фиг. 244. Вода по трубке *A* поступает в бачок, омывает кусочки каучука *d*, находящиеся под сеткой, и стекает по трубке *B*.

Промывка обычно длится от 3 до 5 суток. Признаком хорошей промывки является появление белого оттенка на поверхности промываемых кусочков каучука.

После промывки сушат каучук, для чего его раскладывают тонким слоем на пергаментную бумагу и подвергают естественной сушке или



Фиг. 244. Бачок для промывки каучука.

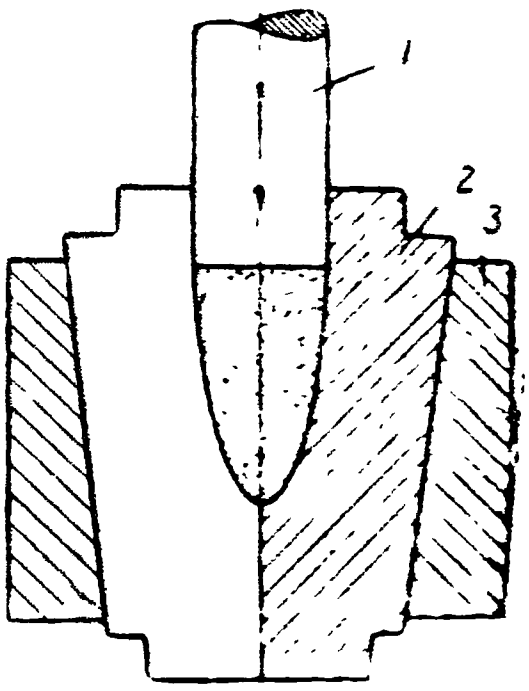
сушат в сушильном шкафу. На этом заканчивается подготовка каучука, и он закладывается и заливается для растворения в бачок в количестве от 0,3 до 1,5 *кг* с авиационным бензином первого сорта. Концентрация раствора содержит 3,5—4 *г* каучука на каждые 100 $см^3$ авиационного бензина. Приготовляемая смесь для ускорения процесса через каждые 30 мин. перемешивается вручную деревянной мешалкой.

Растворение продолжается от 25 до 40 час.

Прежде чем клей пустить в работу, его необходимо профильтровать для удаления нерастворимых осадков и случайных примесей. Фильтром является 5-*см* слой гигроскопической ваты, положенный в марлю или на шелковое сито в 325 меш. После фильтра проверяют концентрацию раствора. Раствор должен быть совершенно прозрачным и не содержать колоидальных примесей и волокон. Затем порошок твердого сплава в количестве не более 10 *кг* высыпают на эмалированное блюдо и поливают раствором синтетического каучука из расчета 130 $см^3$ раствора на 1 *кг* смеси и тщательно перемешивают металлической ложкой до тех пор, пока порошок не начнет скатываться в мелкие комочки. После этого распределяют его тонким слоем на железном противне и сушат в шкафу при температуре 80—100° до тех пор, пока смесь, зажатая между пальцами, не начнет скрипеть и спрессовываться. Подготовительный цикл этой операции заканчивается просеиванием смеси через шелковое сито в 180 меш; после просеивания смесь засыпается в бачки.

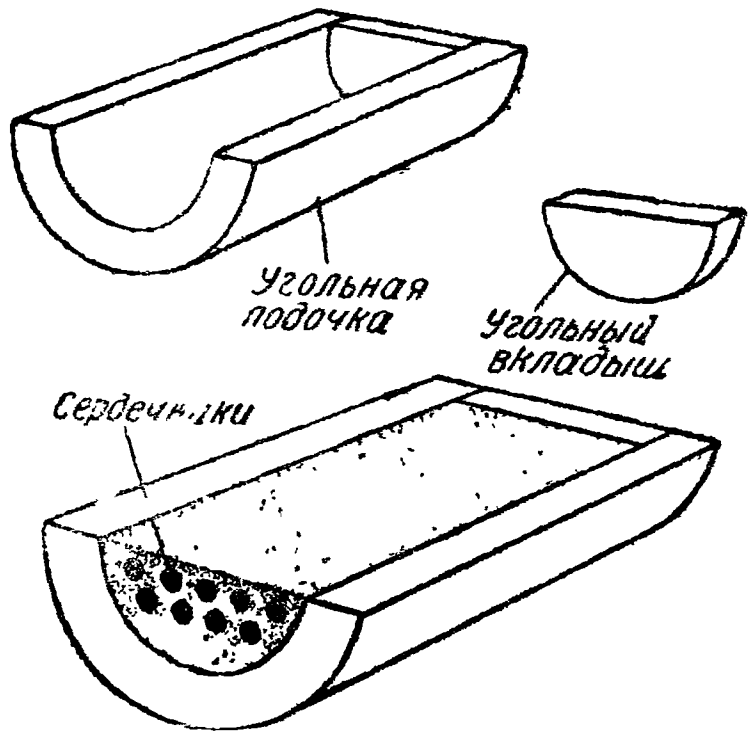
Прессованию сердечника предшествует дозировка смеси по весу на обычных весах. Следует помнить, что вес смеси должен быть боль-

ше веса готового сердечника: $P = \frac{P_c}{k}$, где k — потери по весу при спекании, устанавливаемые для каждой партии опытным путем. Средняя величина потерь по весу колеблется в пределах от 1,025 до 1,035. Величина $P_c = V\gamma$, где V — объем, а γ — удельный вес. Отвешенная смесь засыпается в прессформу (фиг. 245). Прессформа состоит из трех секторов *1*, кольца *2*, пуансона *3*. Прессформа перед засыпкой должна быть чистой. Сердечники прессуются на ручном винтовом прессе под давлением 500—700 *кг/см²* до упорного кольца для получения однородной плотности и высоты. После прессования разбирают прессформу и производят наружный осмотр сердечника; места стыка прессформы, дающие на поверхности сердечника гребешки, зачищаются.



Фиг. 245. Прессформа для бронебойных сердечников:

1—пуансон; *2*—три сектора прессформы; *3*—кольцо.



Фиг. 246. Схема укладки сердечников в угольной лодочке.

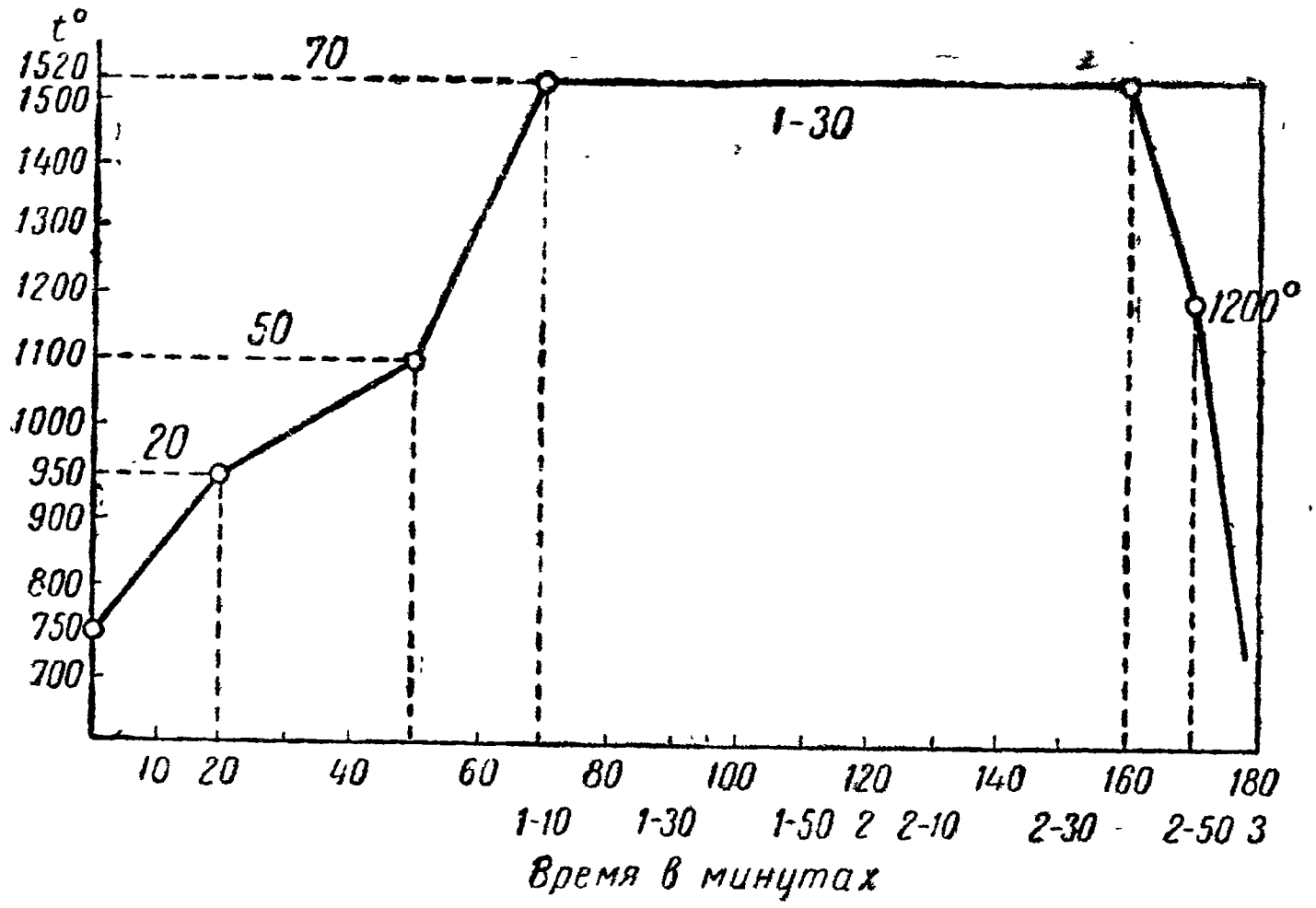
Заключительной операцией второго цикла является сушка в шкафу при температуре 120—150° в течение 8—12 час. для удаления бензина.

При сушке необходимо соблюдать плавный подъем температуры, с тем чтобы не вызвать интенсивного испарения бензина, что может привести к появлению мелких трещин, невидимых невооруженным глазом, которые резко ухудшают качество спекания. Этой операцией заканчивается второй цикл операции. Затем сердечники укладывают горизонтальными рядами в угольную лодочку (фиг. 246). Между рядами и сверху последнего ряда во избежание карбонизации засыпают прокаленный при температуре 1400° в течение 30—40 мин. магнезитовый порошок, смешанный с сажей и просеянный через сито в 60—80 меш. Соотношение магнезита и сажи 8 : 2. Спекание производится в печах Таммана (фиг. 248) в один цикл.

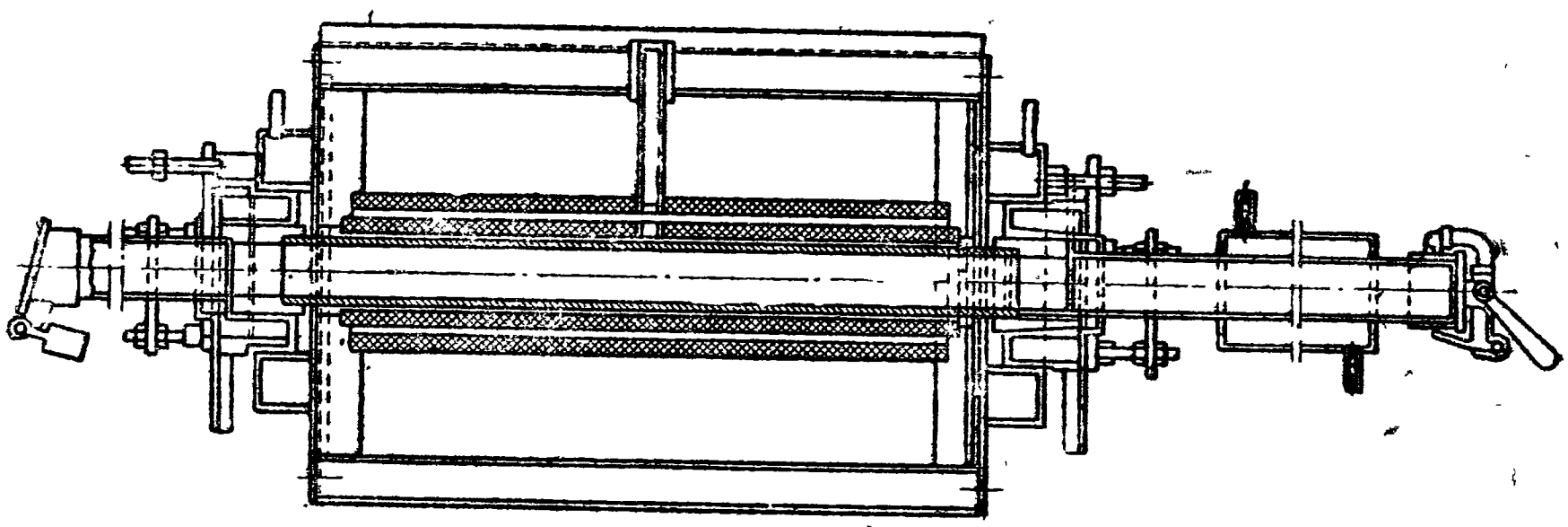
Режим спекания для каждой марки смеси и даже для каждой партии устанавливается опытным путем. Типовая диаграмма режима спекания в один цикл для смеси марки РЭНИКС-6 показана на фиг. 247. На ординатах нанесена температура, а на абсциссах — время выдержки или заданная температура. Контроль температуры в печи осуществляется периодически при помощи оптического пирометра. Резкий подъем температуры приводит к браку (трещинам) или неравномерной структуре, а неправильный нагрев и неравномерность прессования — к усадке, что, конечно, вызывает коробление сердечников и их слоистость. Блестящая корочка на сердечниках представляет собой обезуглероженную зону, состоящую обычно из чистых металлов и не имеющую карбидов. Такая корочка по сравнению со средней частью

сердечника имеет пониженную твердость. Корочка является результатом декарбонизации в процессе спекания.

Спеканием и последующими операциями по очистке поверхности сердечников заканчивается третий цикл.



Фиг. 247. Диаграмма спекания смеси РЭНИКС-6.



Фиг. 248. Печь Таммана.

Четвертый, заключительный, цикл включает ряд контрольных операций: контроль по длине, весу, наружной поверхности, структуре и удельному весу.

В процессе производства сердечников вследствие нарушения технологического процесса возможен брак; виды брака и причины его приведены в табл. 103.

Таблица 103

Виды брака и причины его появления при изготовлении металлокерамических сердечников

Виды брака	Причины
Шелушение поверхности сердечника	Поверхностное окисление сердечника
Блестящая корочка на поверхности сердечника	Поверхностное обезуглероживание (декарбонизация) в процессе спекания

Продолжение

Виды брака	Причины
Пористость в изломе	Недодержка в печи в процессе спекания или загрязнение смеси летучими веществами
Темный излом	Загрязнение смеси свободным углеродом
Пузыри, трещины, раковины и крупнокристаллический излом	Пережог в процессе спекания вследствие превышения температуры спекания
Расслойные трещины	Высокое давление при прессовке или неисправность прессформы
Коробление, слоистость и изменение диаметральных размеров	Неравномерность прессовки или неравномерный нагрев
Овальность	Неправильная укладка в лодочку
Малая твердость	Недостаточная температура при спекании

ГЛАВА XV

ТЕРМООБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАТРОНА

§ 1. Общие сведения

Термической обработкой металлов и сплавов называют искусственное изменение структуры сплава и его свойств путем определенного термического воздействия на металл, т. е. нагрева его до определенной температуры, некоторой выдержки при этой температуре и охлаждения до комнатной температуры.

От успешного проведения термической обработки зависят:

а) качество выпускаемых изделий (прочность гильзы при выстреле и экстрактирование гильзы после выстрела, бронепробиваемость сердечников и т. д.);

б) продолжительность технологического цикла;

в) стойкость инструмента.

Можно привести много примеров, показывающих правильность наших выводов. Приводим некоторые из них.

Неправильный режим термообработки дульцевой части гильзы является одной из причин увеличения брака при обжиме по складкам и трещинам при завальцовке дульца после вставки пули и отрывов части гильзы при стрельбе. Неправильный режим закалки бронебойных сердечников из углеродистой стали приводит к увеличению брака (трещин) сердечников и ухудшению бронепробиваемости. Неправильный режим термообработки вытяжек порождает брак по обрывам при вытяжке и понижает стойкость рабочего инструмента на этих операциях.

Из рассмотрения технологических процессов изготовления гильз, оболочки сердечника и других элементов патрона следует, что результатом термообработки являются:

1. Восстановление пластических свойств металла после холодной обработки давлением (отжиг 1-го рода).

2. Придание готовым изделиям (совместно с холодной обработкой давлением) новых механических свойств, отличных от свойств исходного материала (отжиг 1-го рода).

3. Устранение остаточных вредных напряжений, могущих привести к самопроизвольному растрескиванию латунных гильз и закаленных стальных сердечников (отпуск, старение, отжиг 1-го рода).

4. Изменение механических свойств в целях значительного повышения твердости по отношению к исходному материалу (закалка).

5. Подготовка материала или заготовок к производству основных операций (нормализация, сушка).

§ 2. Влияние термической обработки на механические качества и структуру латуни, биметалла и стали, деформированных на холоду (наклеп)

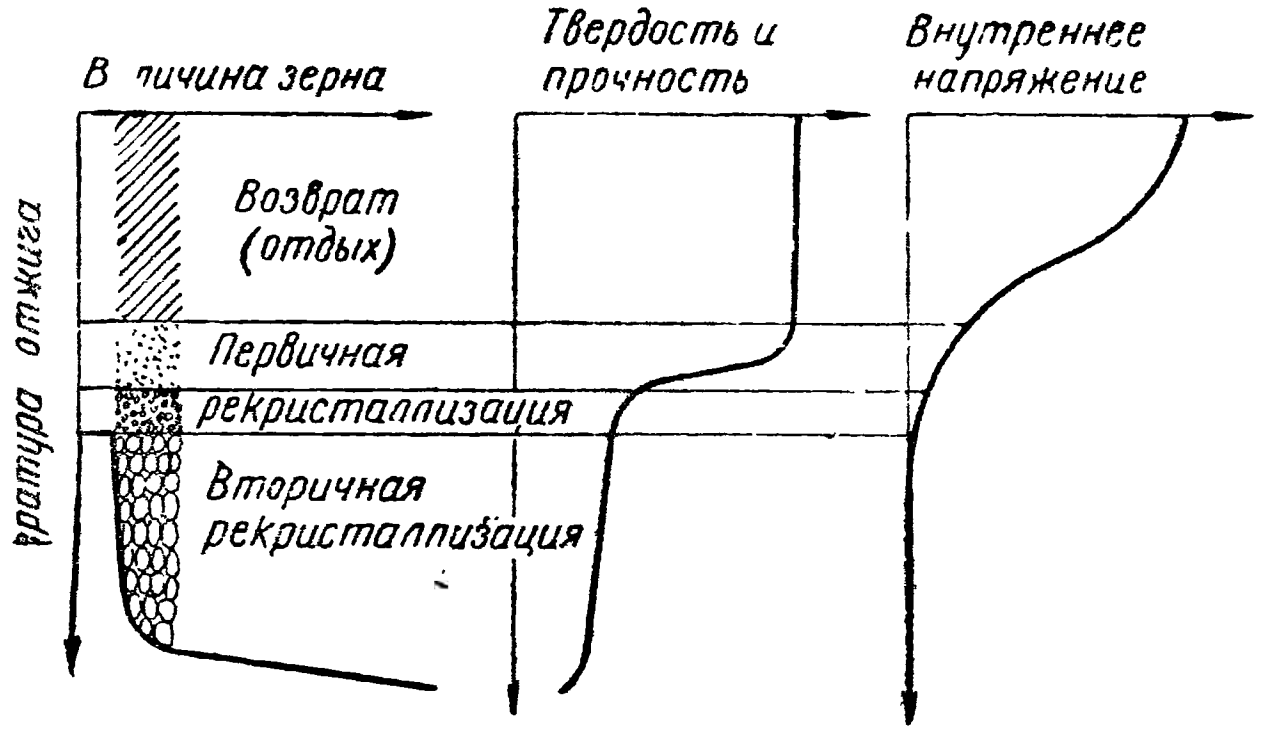
При нагреве наклепанного (деформированного на холоду) металла происходит ряд процессов:

а) возврат (отдых), т. е. устранение влияния остаточных напряжений;

б) первичная рекристаллизация;

в) вторичная рекристаллизация.

Схема этих процессов (по Заксу) приведена на фиг. 249 и дает наглядное представление о последовательном изменении напряжений, твердости и структуры при повышении температуры.



Фиг. 249. Изменения твердости и структуры при нагреве деформированного на холоду металла (по Заксу).

При этом наблюдаются следующие явления:

1. Твердость и структура при возврате не изменяются, только частично исключается влияние остаточных напряжений.

2. Первичная рекристаллизация ведет к замене деформированной структуры мелкими равноосными зернами, снижению твердости и полному устранению остаточных напряжений.

3. Вторичная рекристаллизация сводится к обычному росту зерна.

Рассмотрим более подробно все эти процессы применительно к латуни, биметаллу и стали, из которых изготовляются металлические элементы патронов.

А. Гильзовая латунь

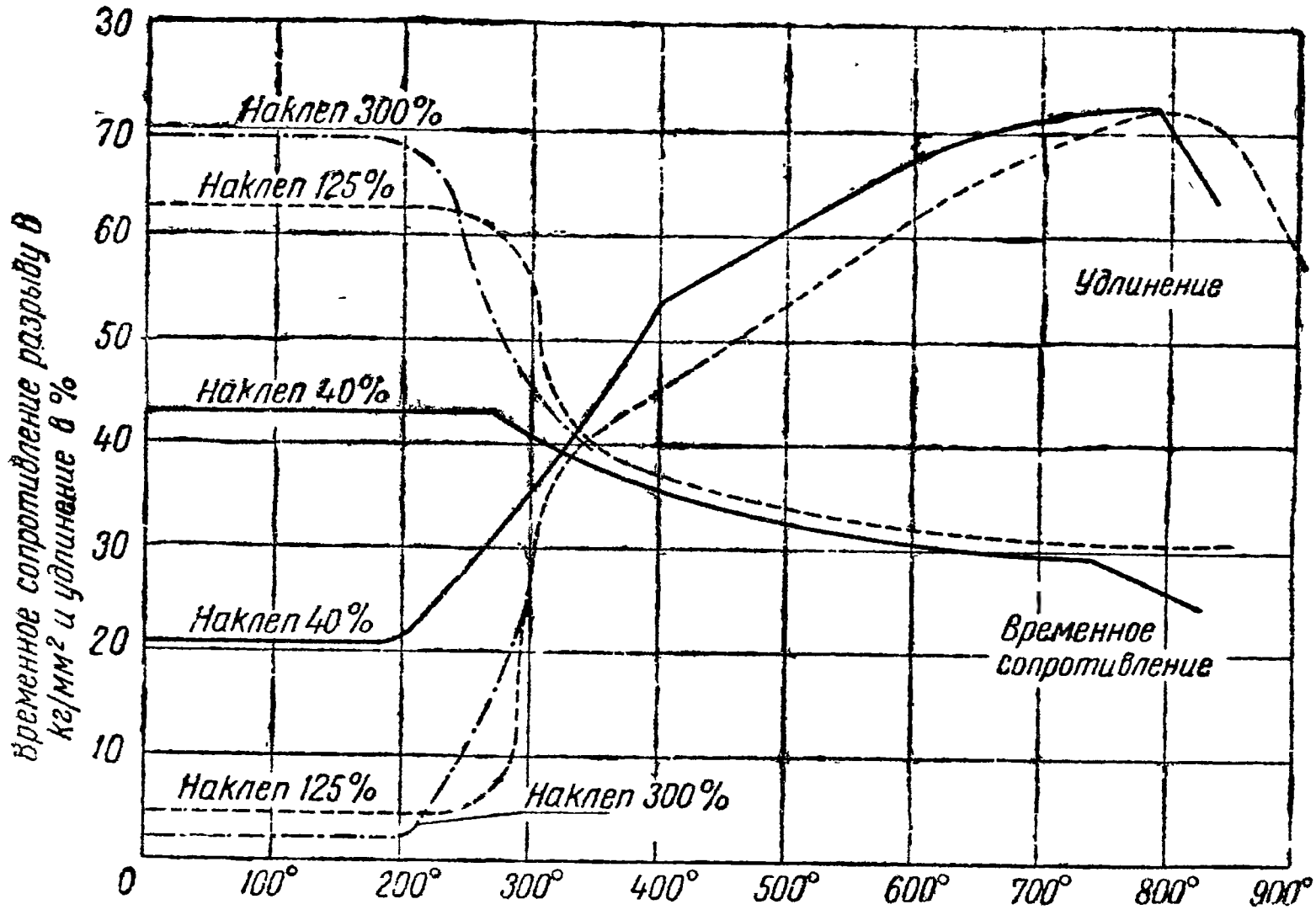
Термическая обработка гильзовой латуни марки 67/33, прошедшей обработку давлением на холоду (подвергнутой наклепу), наиболее подробно изучена инж. Грардом. Грард в результате ряда исследований латуни 67/33 установил пять температурных зон со следующими интервалами для брусков с толщиною более 6 *мм*:

Первая зона	200—275°
Вторая	275—350°
Третья	350—750°
Четвертая	750—830°
Пятая	от 830° до температуры плавления

В первой зоне, т. е. в интервале температур от 200 до 275°, независимо от величины наклепа, латунь практически не изменяет своих

механических свойств, что и подтверждается кривыми сопротивления разрыву, предела упругости и удлинения (фиг. 250), которые параллельны оси абсцисс.

Во второй зоне, т. е. в интервале температур от 275 до 350°, названной Градом «зоной ослабления», наблюдают увеличение удлине-

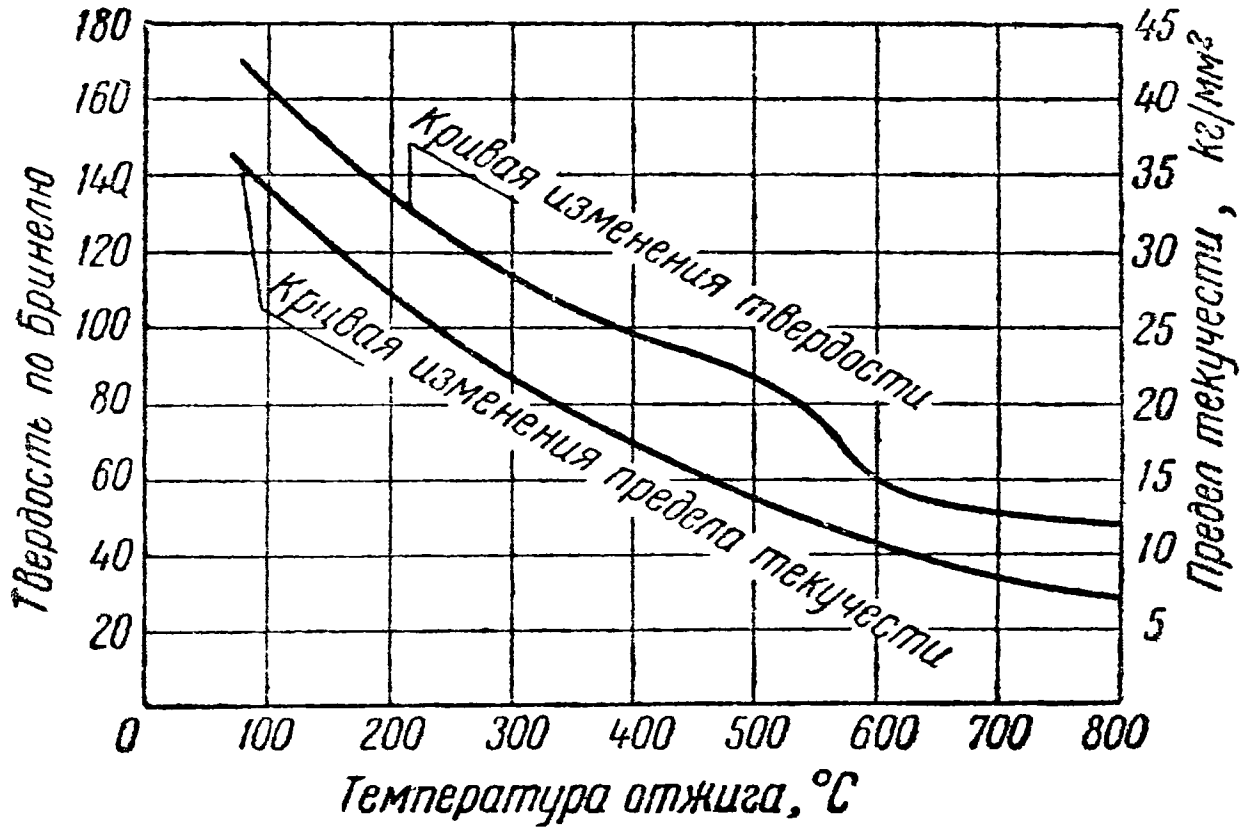


Фиг. 250. Влияние термической обработки на механические качества гильзовой латуни.

ния, незначительное уменьшение сопротивления разрыву и предела упругости. В этом диапазоне температур свойства латуни нестабильны, что затрудняет получение требуемых качеств. Нельзя, однако, не отметить важности этого температурного интервала, ибо он устанавливает нижнюю границу рекристаллизации.

В третьей зоне, т. е. в интервале температур от 350 до 750°, происходит более равномерное изменение механических свойств (удлинение, сопротивление разрыву), которое сопровождается ростом зерна.

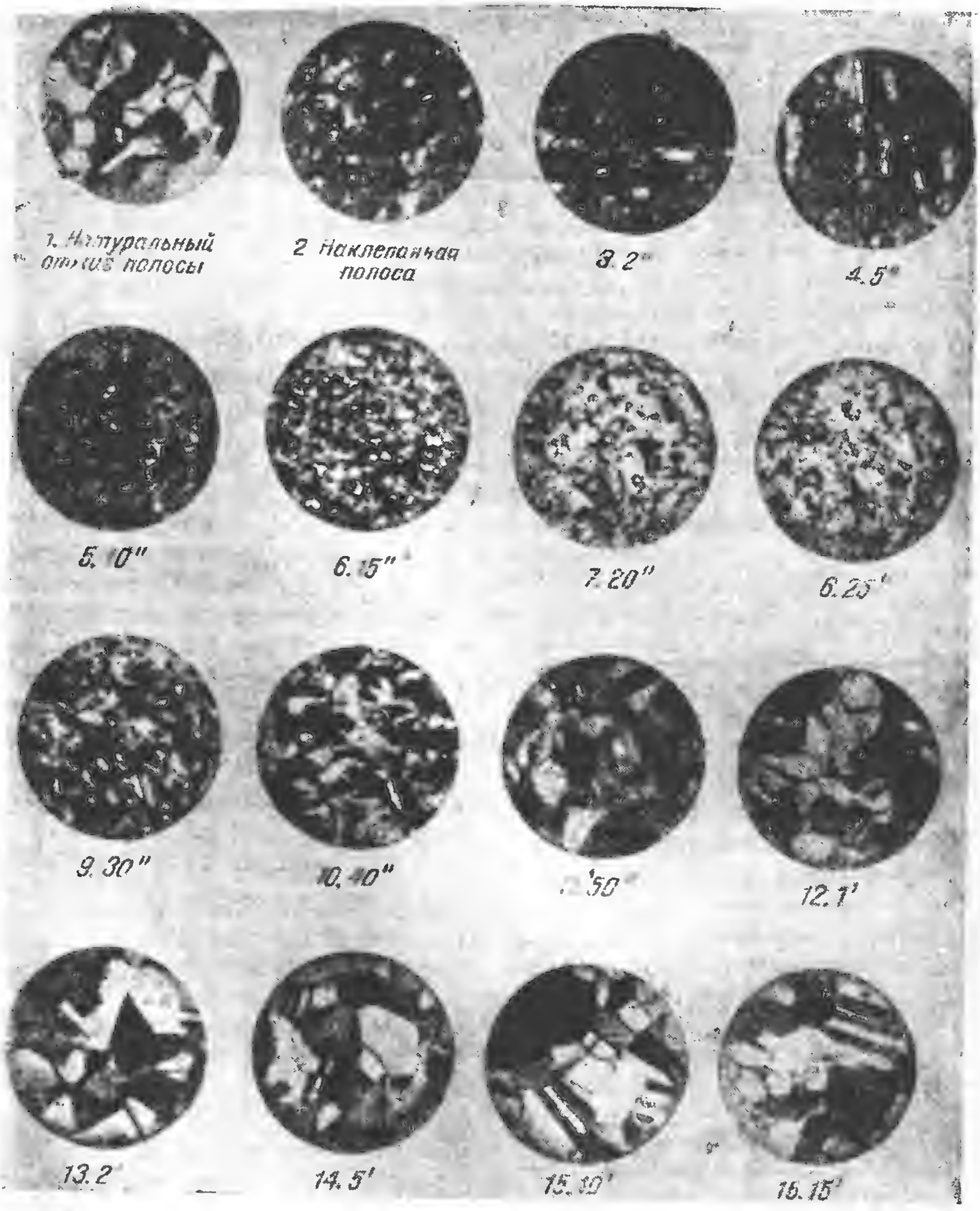
Из рассмотрения кривой удлинения видно, что ее максимальное значение соответствует температуре нагрева 800°, после чего начи-



Фиг. 251. Изменение твердости и предела текучести наклепанной латуни марки Л-68 в зависимости от температуры при выдержке в течение 30 мин. (предварительный наклеп 40%).

нается уменьшение удлинения, а предел упругости приближается к нулю. Эту зону Грард назвал «зоной перегрева».

Поэтому верхним пределом рекристаллизации (для практических целей) считается температура в пределах от 600—750°. На фиг. 251 приведены результаты исследования изменения предела текучести и



— Фиг. 252. Микроструктуры латуни при различных температурах отжига

твердости предварительно наклепанной латуни марки Л-68 в зависимости от температуры отжига.

Как видно из диаграммы, кривые изменения предела текучести и твердости подобны. Отсюда следует, что по данным твердости для гильзовой латуни можно приближенно определить величину предела текучести.

Изменение структуры металла, рост зерна при нагреве металла термодинамически определяется тем, что мелкие зерна, особенно на-

клепанные, обладают бóльшим запасом поверхностной энергии, чем крупные в том же объеме. Подобно мелким каплям жидкости, мелкие зерна стремятся слиться вместе и уменьшить свою внешнюю поверхность, т. е. запас своей энергии.

На фиг. 252 приводятся микрофотографии для латуни марки Л-68, показывающие изменение структуры в зависимости от температуры нагрева, а в табл. 104 — цифровые данные, полученные в результате отжига латуни марки Л-62.

Таблица 104

Влияние температуры отжига на величину зерна

Температура °С	Количество зерен в 1 *мм*²	Примечание
620	1100	Все остальные условия
680	450	отжига одинаковые
750	180	

Из табл. 104 и сказанного раньше (гл. I) о влиянии размера зерна на качество вытяжки следует, что температура изделия при отжиге (рекристаллизации) гильзовой латуни марок Л-68—Л-70 во избежание получения крупного микрозерна, нежелательного для последующей обработки холодной штамповкой, рекомендуется не выше 650° С.

Очень важно при установлении режима термообработки определить необходимое время выдержки и необходимую скорость охлаждения. Инж. Грард, экспериментируя с латунными брусками различной толщины, установил, что:

1) величина наклепа практически не оказывает влияния на время выдержки (продолжительность отжига);

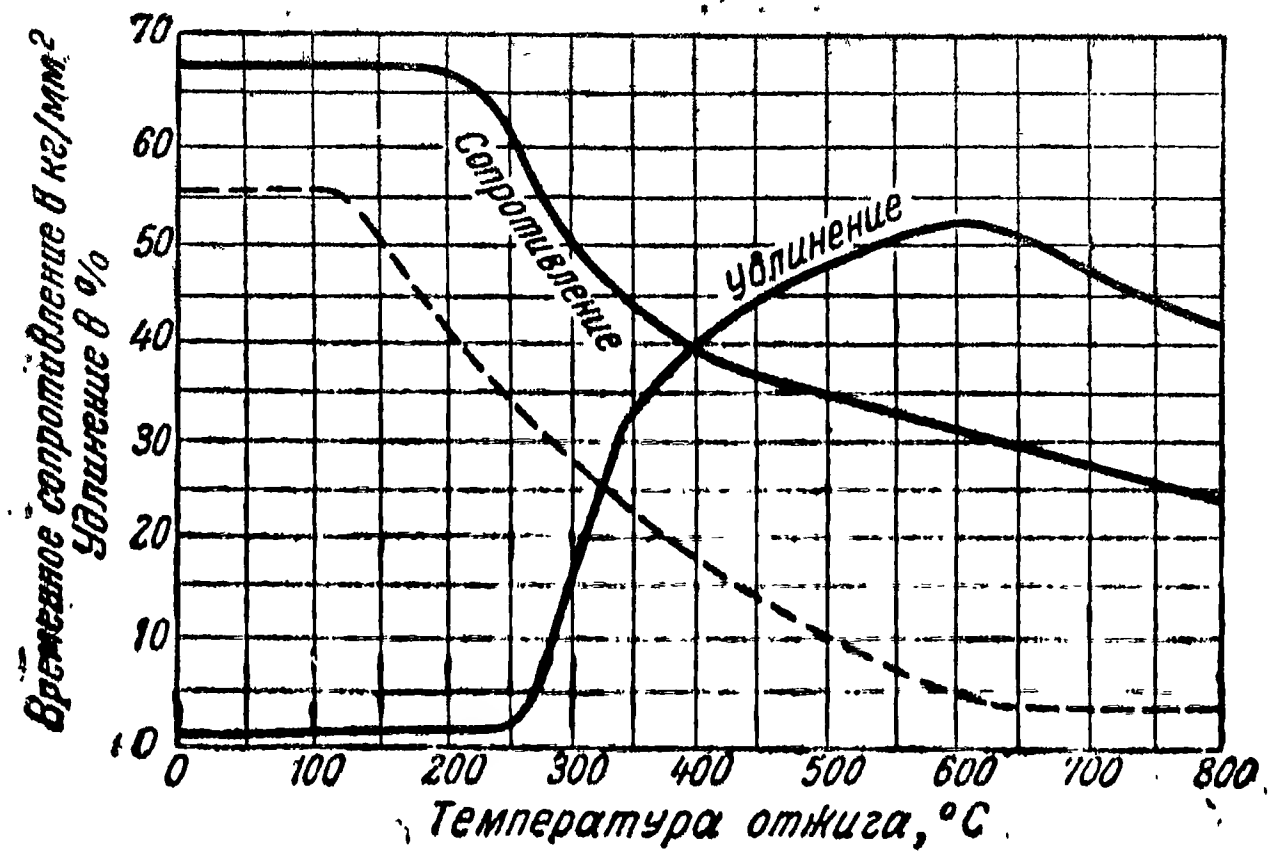
2) чем толще отжигаемый брусок, тем больше время выдержки (продолжительность отжига) при одной и той же температуре отжига;

3) чем толще отжигаемый брусок, тем выше температура отжига при постоянном времени выдержки, что и подтверждается данными для латуни марки Л-68.

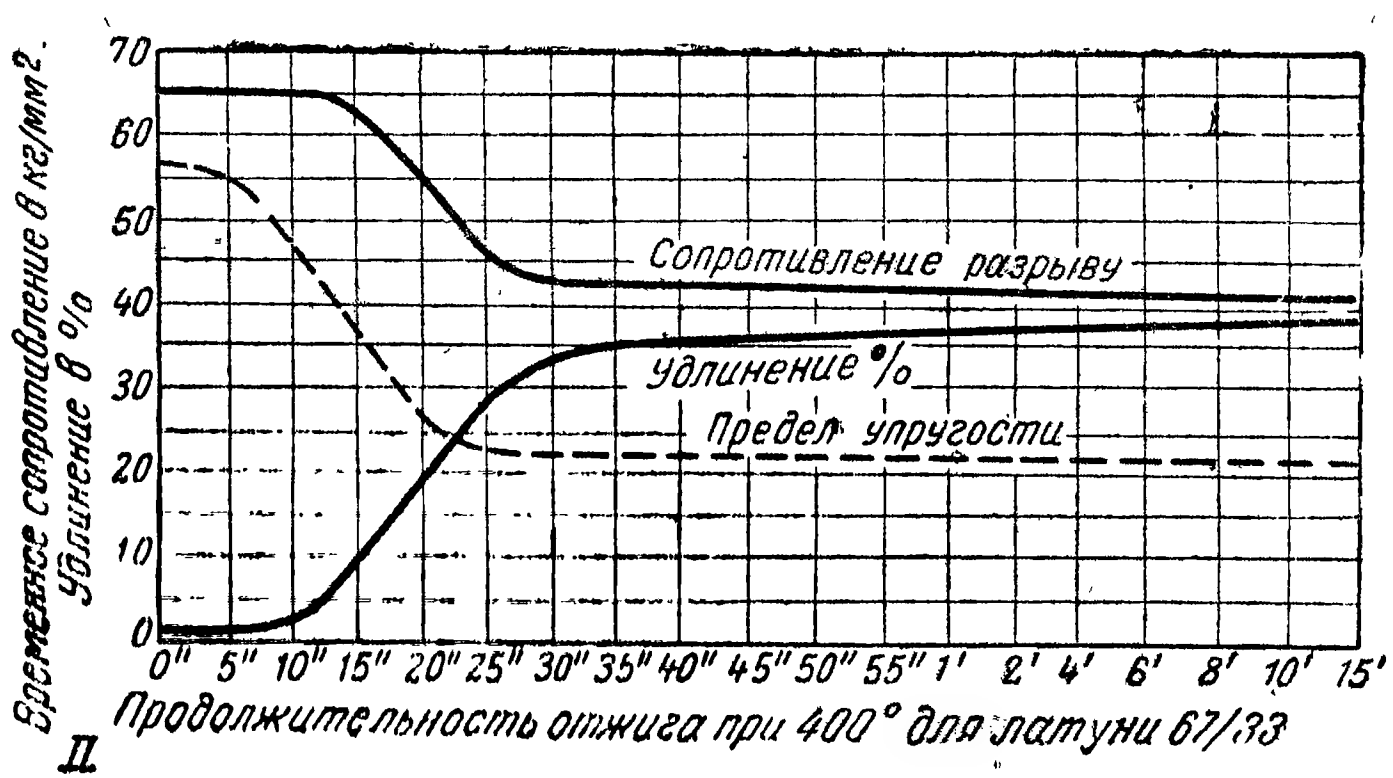
Марка латуни	Более 10 *мм*	5—10 *мм*	1—5 *мм*	0,5—1 *мм*	Менее 0,5 *мм*
Л-68	650°	650°	630°	600°	580°

Зависимость между температурой и продолжительностью отжига при заданных механических качествах становится ясной при рассмотрении диаграмм фиг. 253, построенных для латуни марки 67/33 толщиной в 0,3 *мм*.

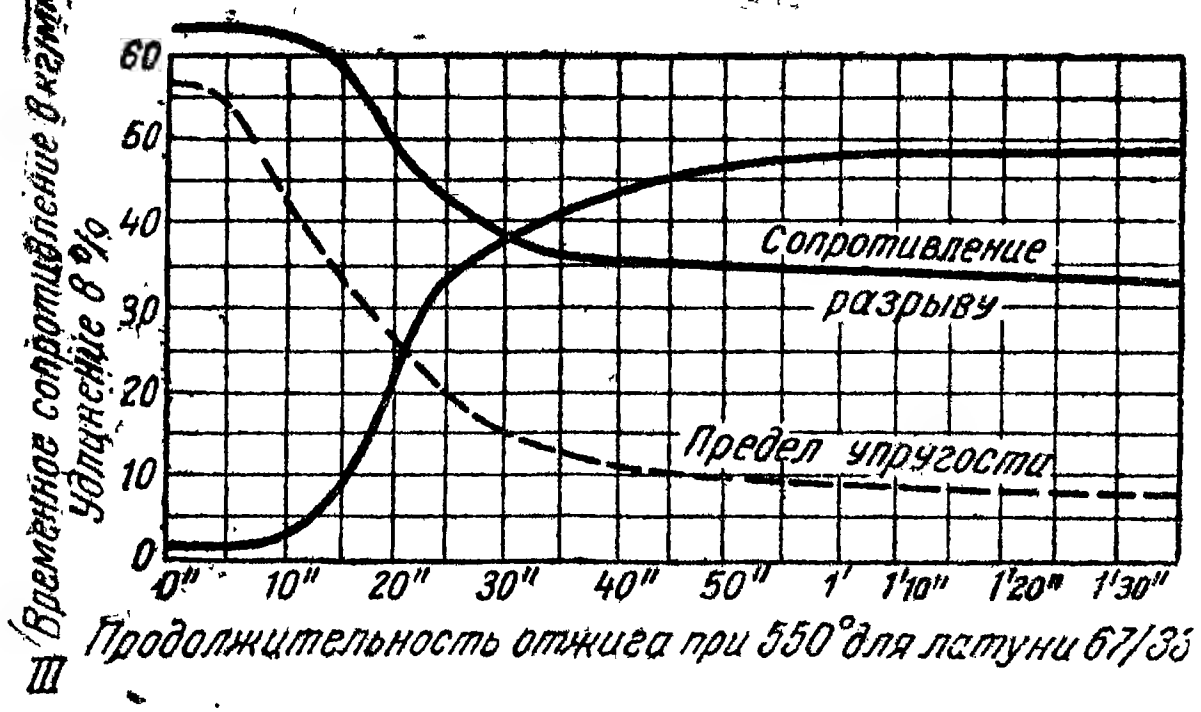
Диаграмма (фиг. 253) показывает изменение механических свойств гильзовой латуни марки 67/33 в зависимости от температуры отжига при продолжительности его 5 мин.



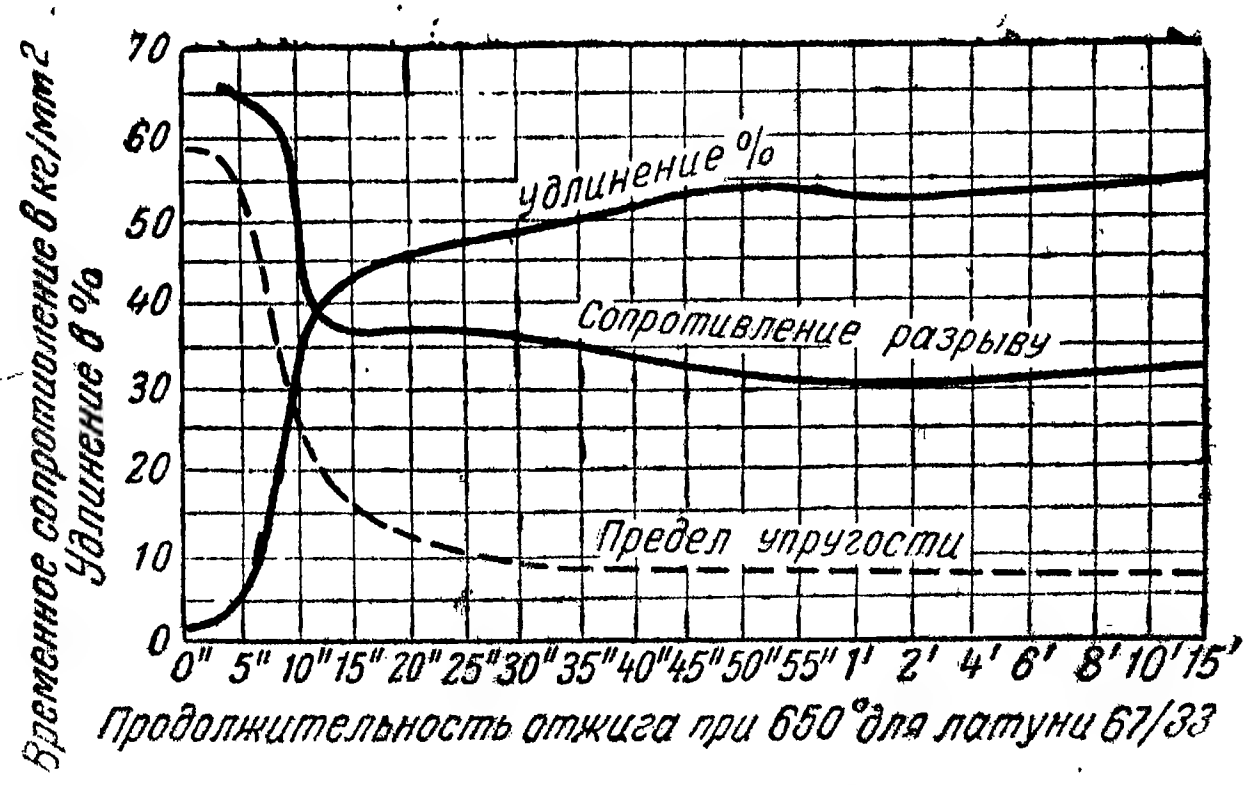
I



II



III



IV

Фиг. 253. Диаграммы продолжительности нагрева и изменения механических свойств пластины 0,3 *мм*.

Образцы латуни предварительно наклепаны до 185% и соответственно этому имеют такие механические свойства:

сопротивление разрыву	> 65 *кг/мм²*
удлинение . . .	$< 1\%$
предел упругости . . .	> 55 *кг/мм²*

Как видно из диаграммы, распределение температурных зон в этом случае следующее:

Первая зона	до 300°
Вторая „	300—400°
Третья „	400—600°
Четвертая „	600—650°
Пятая „	выше 650°

Сопоставляя эти температурные зоны с зонами температур для брусков толщиной более 6 *мм*, а диаграмму фиг. 253-I — с диаграммой фиг. 250, можно убедиться в правильности сделанного выше вывода о том, что тонкие пластинки более чувствительны к высоким температурам, чем пластинки, имеющие бóльшую толщину.

Диаграммы на фиг. 253-II, 253-III, 253-IV показывают влияние продолжительности нагрева при температурах 400, 550 и 650° на изменение механических свойств наклепанных пластинок толщиной в 0,3 *мм*.

Из диаграмм видно, что при повышении температуры продолжительность отжига сокращается, а при понижении — удлиняется при всех прочих равных условиях.

Диаграммы, построенные для заданных изделий на основе предварительных опытов, позволяют технологу правильно выбирать оптимальные режимы обработки.

Б. Биметалл и холоднокатаная малоуглеродистая сталь

Зависимость сопротивления разрыву и удлинения от температуры отжига (рекристаллизации) показана на фиг. 254. Из рассмотрения диаграммы следует, что температура отжига малоуглеродистых сталей и биметалла (сталь—томпак), применяемых для изготовления металлических элементов патрона, должна быть выше 600° С; в этом случае создаются наиболее благоприятные условия для последующей обработки штамповкой.

Такую температуру следует рассматривать как нижний предел; оптимальный предел температур отжига (рекристаллизации) следует устанавливать, исходя из условий получения наибольшей вязкости и наименьшей твердости.

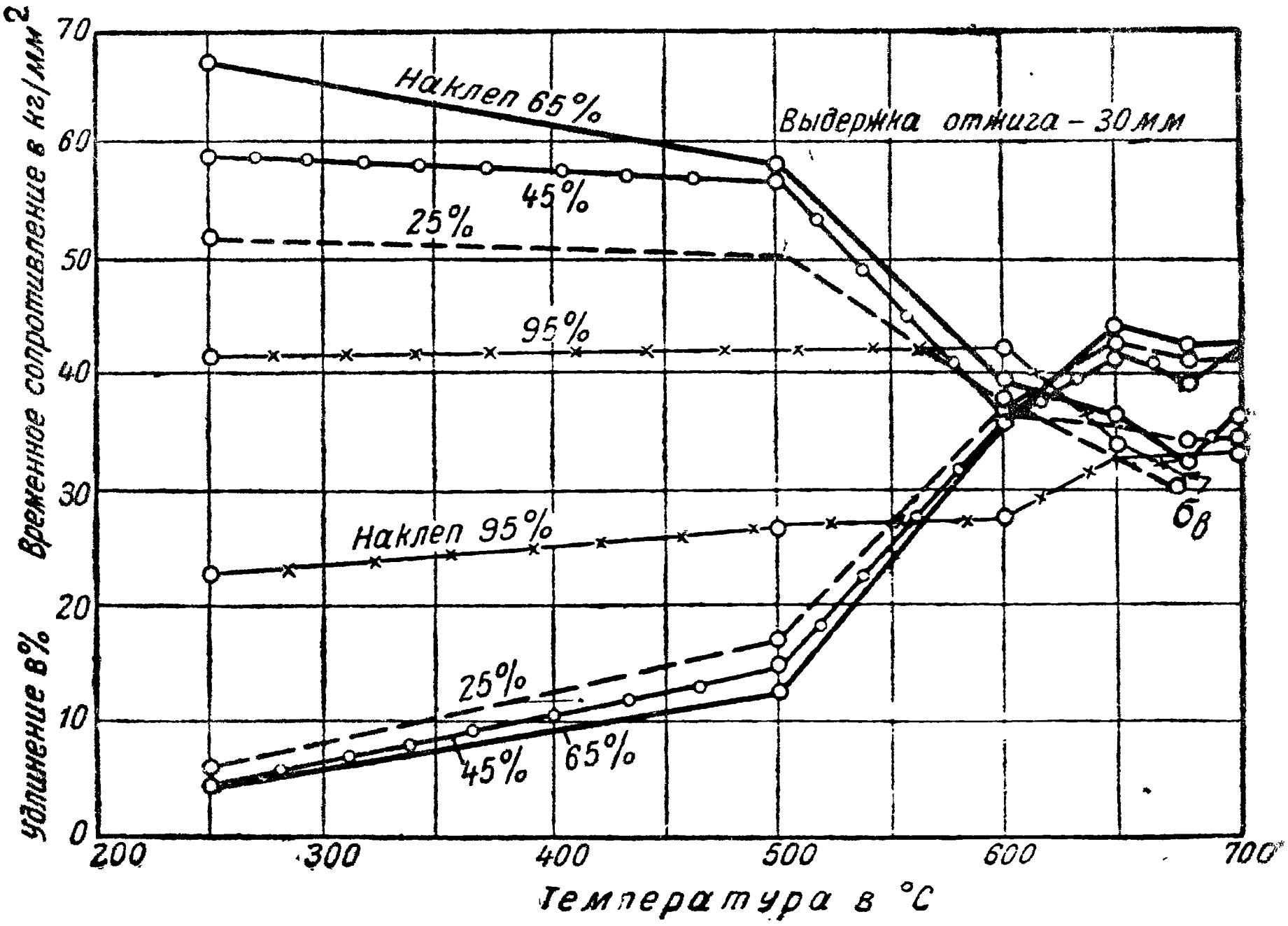
В гл. I было установлено, что в случае глубокой вытяжки структура зернистого перлита обеспечивает хорошую штампуемость, хорошую стойкость инструмента, а в готовом изделии — достаточную для экстракции после выстрела упругость и для прочности при выстреле пластичность гильзы.

Наиболее простым способом получения зернистого перлита является кратковременный отжиг при температуре выше критической точки A_1.

Ввиду непродолжительности перехода A_1 цементит перлита не успевает полностью раствориться и его мельчайшие зерна служат центрами кристаллизации цементита при не очень быстром охлаждении.

Такой режим термообработки требует строгого контроля температур; чтобы исключить опасность большого превышения точки A_1, в настоящее время применяют печи типа «Бостон» или «Солем» со строго регулируемой температурой.

Таким образом интервал температур отжига (при условии жесткого контроля температур) лежит в пределах 660—750°. Если обеспечить строгий контроль за температурой невозможно, следует снизить температурный интервал, т. е. уменьшить температуру верхнего предела



Фиг. 254. Зависимость временного сопротивления, удлинения от температуры отжига (для мягкой стали).

и отжиг вести ниже нижней критической точки A_1, т. е. в интервале температур 600—700°.

Высокие температуры также неблагоприятно сказываются на структуре металла, получившего критическую степень деформации. В табл. 105 приведены величины ферритного зерна и указана степень его рекристаллизации в интервале температур 600—700°.

Согласно данным диаграммы фиг. 254, металл, отожженный при температурах 250—500° С, является не рекристаллизованным вне зависимости от степени наклепа и времени выдержки.

При более высоких температурах отжига металл получает рекристаллизацию за исключением металла, имеющего малые степени деформации, который или совершенно не рекристаллизуется или рекристаллизуется частично.

Металл, получивший критическую степень деформации, после рекристаллизации имеет крупные и неравномерные по величине феррит-ные зерна.

Таблица 105

Величина ферритного зерна по шкале ASTM и степень рекристаллизации его

Степень наклепа %	Температура и время выдержки, °С							
	600		650		680		700	
	3 мин.	30 мин.	3 мин.	30 мин.	3 мин.	30 мин.	3 мин.	30 мин.
	Очень слабо деформированное зерно равноосное							
5,5	8/7	7/8	8/7	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
	Слабо деформированное зерно							
9	8	8	7/8	7/8	—	—	—	—
	Слабо деформированное зерно равноосное							
12,0	8/7	8/7	7/8	3/6	3/6	2/5	3/5	2/5
	Деформированное зерно равноосное							
15,5	8/7	8	7/8	5/7	2/5	2/5	4/6	4/6
	Деформированное равноосное зерно							
25,0	7/8	6/7	6/7	6/7	5/8	5/8	5/8	5/8
	Равноосное зерно							
35,0	7/8	8/7	7/8	7/8	6/8	6/8	6/8	6/8
	Равноосное зерно							
45,0	7/8	8/7	7/8	7/8	6/8	6/8	6/8	6/8
	Равноосное зерно							
55,0	8/7	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
	Равноосное зерно							
65,0	8	8	8	8/7	7/8	8/7	8/7	7/8

§ 3. Факторы, влияющие на выбор режимов термической обработки металлических элементов патрона

Выбор режима термической обработки металлических элементов патрона зависит от ряда факторов; основными из них являются:

1. Механические характеристики изделия, исходя из тактико-технических требований к патрону (схема прочности).

2. Механические характеристики, химический состав и структура исходного металла, применяемого для изготовления элементов патрона.

3. Характер обработки, предшествующей термической обработке, и изменение в металле, происшедшее в результате этой обработки.

4. Размеры и конфигурация изделия, подлежащего термической обработке.

5. Тип оборудования, в котором производится термическая обработка.

Наиболее сложной является термическая обработка в процессе изготовления гильз, в результате которой должно быть достигнуто:

а) восстановление потерянной в результате наклепа пластичности металла, необходимой для дальнейшей обработки штамповкой;

б) устранение остаточных напряжений, могущих привести к самопроизвольному растрескиванию латунных гильз при длительном хранении;

в) в ряде случаев придание совместно с обработкой давлением новых устойчивых механических свойств гильзам, необходимых по условиям работы элемента патрона [1].

Последнее положение возможно, если:

1) в результате совместной термической и механической обработки получены необходимые механические качества и структура;

2) термической обработкой достигается постоянство механических свойств изделия вне зависимости от времени хранения.

Хорошие качественные показатели при изготовлении элементов патрона могут быть достигнуты только при условии однородности механических качеств исходного материала.

Споры о структуре и величине зерна беспочвенны, если в партии металла, подлежащего запуску в производство, имеет место неоднородность величины зерна.

Влияние исходной твердости латуни марки Л-68 на твердость после деформации характеризуется данными табл. 106.

Таблица 106

Влияние твердости материала на твердость изделия после деформации для латуни марки Л-68

Исходная твердость по Виккерсу	Твердость по Виккерсу после холодной деформации		
	Наклеп в процентах		
	20	30	50
45	99,5	119,6	152
55	109,5	128,5	160
65	119,5	137,5	166,5
75	128,5	146,0	172,0
85	136,5	153,0	176,0
95	144,5	158,5	184,5
105	151,0	162,5	187,0

Режим термообработки также определяется в зависимости от исходных свойств металла, учитывая неоднородность деформации в изделиях.

В свою очередь изменение режима отжига для снятия наклепа оказывает большое влияние на механические свойства полуфабриката и

[1] О механических свойствах гильз см. выше, гл. VI.

готового изделия, что и подтверждается данными табл. 107 и 108 для латунных пистолетных гильз.

Таблица 107

Твердость по Виккерсу полуфабрикатов гильзы по переходам после отжига при различных температурах с выдержкой в 30 мин.

Температура отжига, °С			Твердость по Виккерсу на расстоянии от дна			
колпака	первой вытяжки	второй вытяжки	4 *мм*	8 *мм*	15 *мм*	средняя
650	—	—	103	—	—	103
750	—	—	59	—	—	59
650	550	—	98	110	—	105
750	550	—	97	103	—	100
650	650	—	70	72	—	71
750	650	—	48	50	—	49
650	550	500	98	103	103	101
750	550	500	95	101	102	99
650	650	500	70	70	75	72
650	650	600	55	58	55	57
750	650	600	43	45	45	44

Таблица 108

Твердость по Виккерсу полуфабрикатов в наклепанном состоянии, предварительно отожженных при различных температурах с выдержкой в 30 мин.

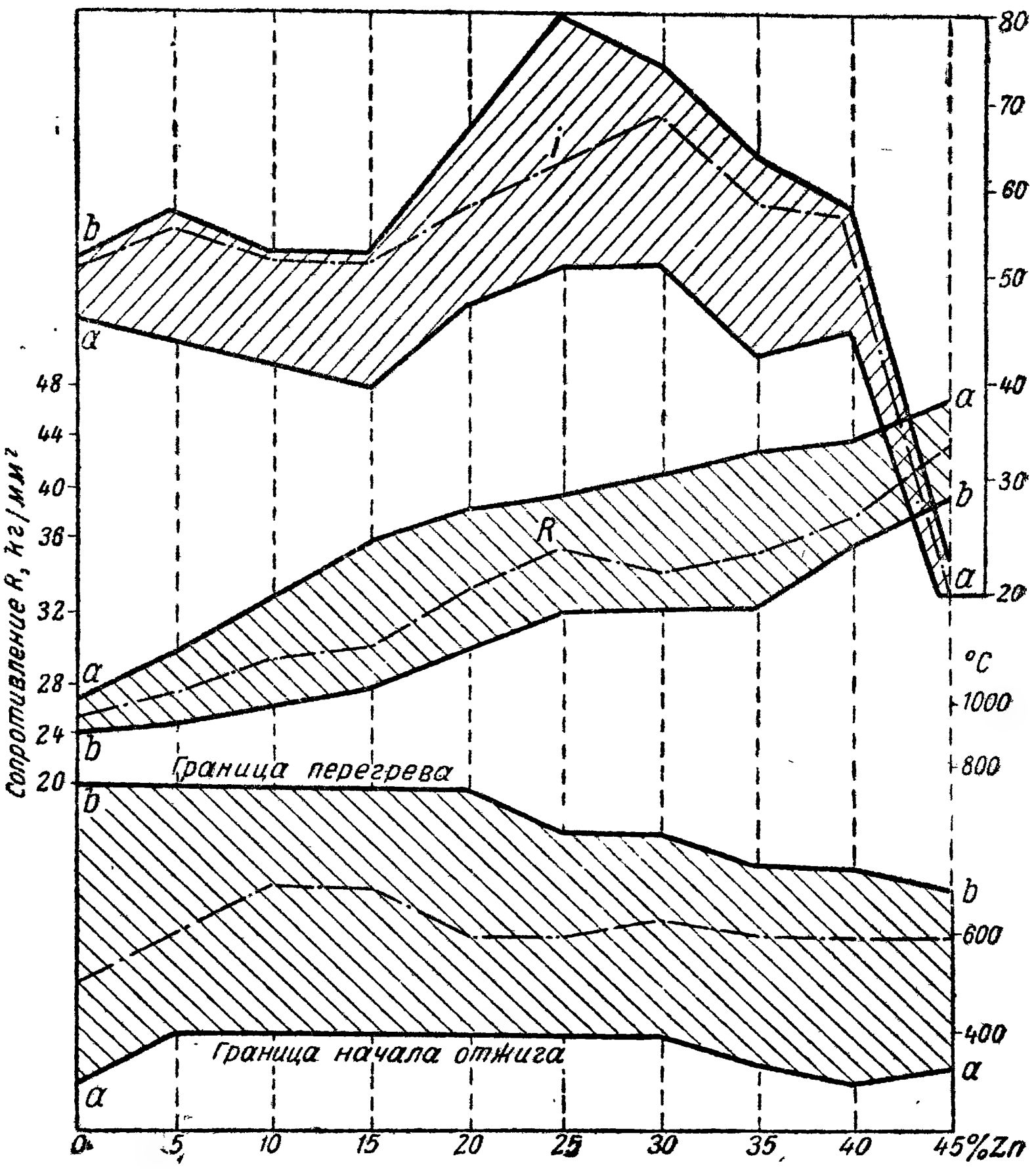
Температура отжига, °С			Твердость после отжигов по Виккерсу на расстоянии от дна				
колпака	первой вытяжки	второй вытяжки	4 *мм*	8 *мм*	15 *мм*	20 *мм*	средняя
—	—	—	180	—	—	—	180
650	—	—	200	201	—	—	200
750	—	—	129	142	—	—	135
650	550	—	199	201	203	—	206
750	550	—	145	148	155	—	149
750	650	—	138	140	150	—	141
650	550	500	171	200	206	190	196
750	550	500	141	145	152	142	145
650	550	600	128	132	132	133	131
650	650	500	128	125	123	133	126
650	650	600	125	124	129	120	134
750	650	600	108	108	123	123	116

Из цифровых данных табл. 107 и 108 следует, что необходимые механические свойства, требующиеся по условиям эксплоатации, можно получить только сочетанием термической обработки с холодной обработкой давлением.

Как уже указывалось, выбор режима термообработки зависит от химического состава металла. Это положение подтверждается диаграммой фиг. 255, на которой показаны режимы отжига для различных марок латуней. Такие же диаграммы могут быть составлены и для других металлов и сплавов, применяемых для изготовления элементов патрона.

Влияние на выбор режима термообработки характера предшествующей термической обработки и изменения, происшедшие в результате этой обработки, очевидны из рассмотрения диаграмм рекристаллизации.

Несмотря на наглядность, пространственные диаграммы рекристаллизации не могут дать окончательного решения производственных вопросов, так как они не учитывают продолжительности нагрева и исходной величины зерна.



Фиг. 255. Влияние химического состава латуни на температуру отжига.

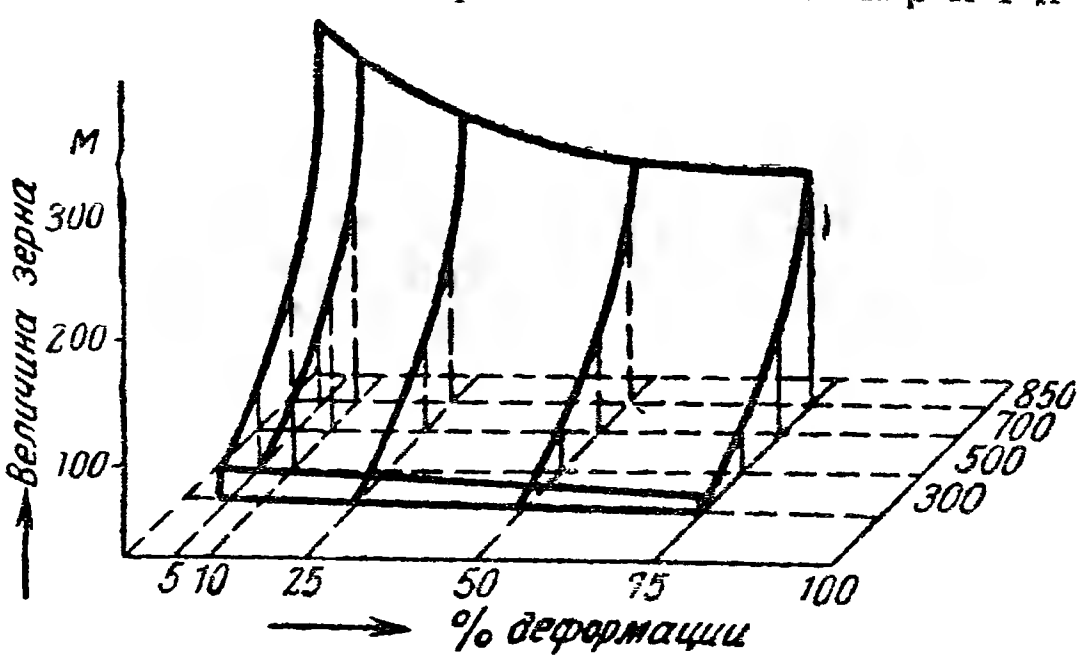
Из рассмотрения рекристаллизационных диаграмм для латуни марки Л-70 и стали с содержанием 0,1% углерода (фиг. 256 и 257) следует, что:

1. После наклепа (деформации) зерно растет с повышением температуры последующего нагрева, но интенсивность роста неодинакова и зависит от величины наклепа (степени производственной деформации).

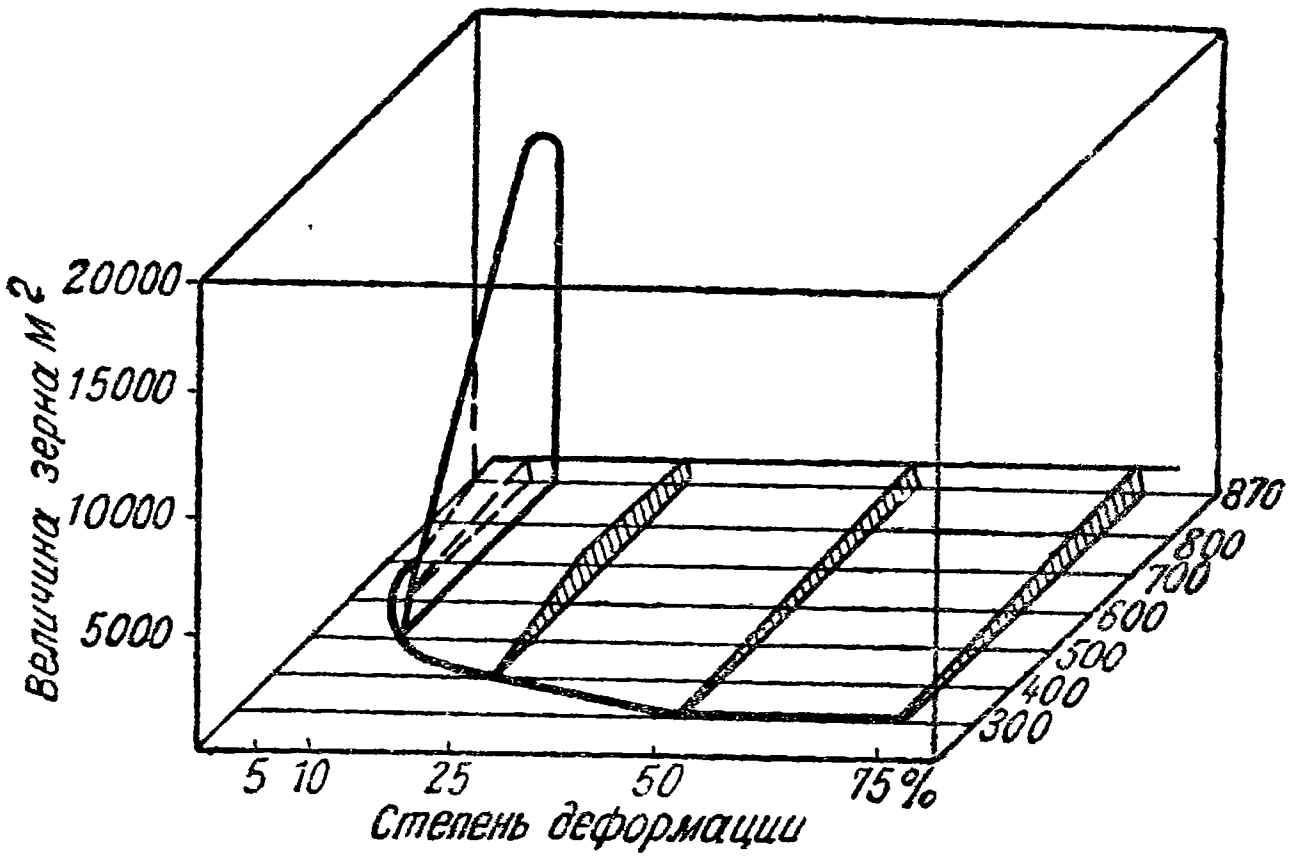
2. Чем сильнее наклеп (деформация), тем раньше начинается рекристаллизация, но вместе с тем слабее рост зерна при нагреве; таким образом после значительных наклепов (более 50%) крупные зерна не удается получить даже при очень высоких нагревах.

3. С уменьшением наклепа температура рекристаллизации повышается и рост зерна становится интенсивнее, так что при некотором сочетании наклепа и температуры нагрева можно получить чрезмерный рост зерна. Наклеп и температура, при которых в металле обнаруживается чрезвычайно сильный рост зерна даже при относительно

невысоких температурах нагрева металла после деформации, называются критической деформацией и критической температурой. Критическая степень деформации (наклеп) для гильзовой латуни 5—7% и для стали 7—12%.

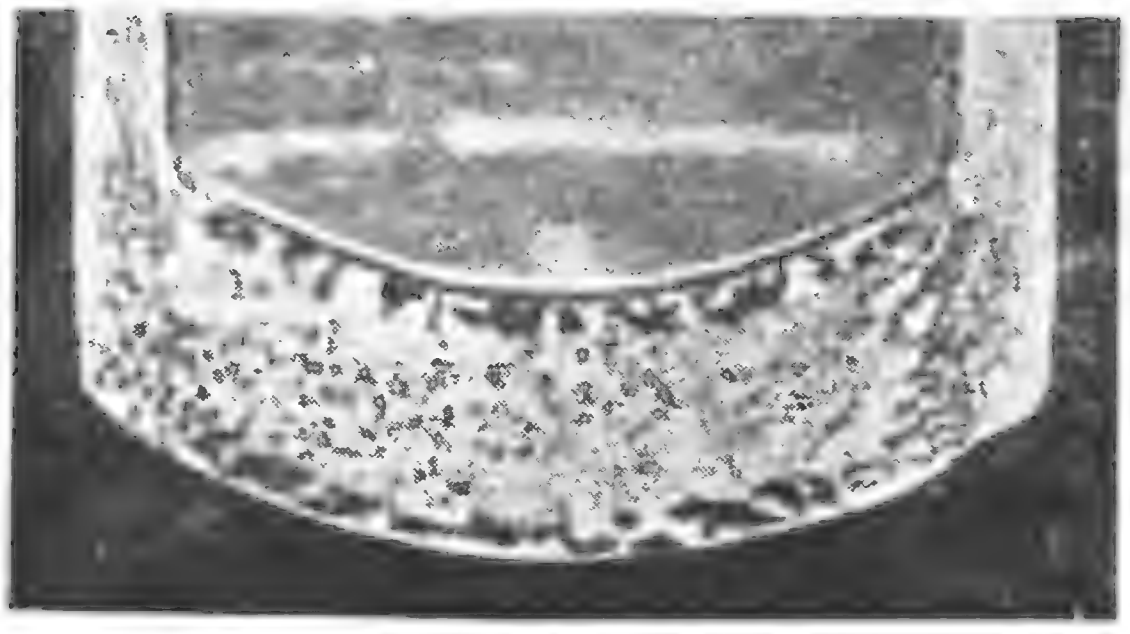


Фиг. 256. Диаграмма рекристаллизации латуни марки Л-70/30.



Фиг. 257. Диаграмма рекристаллизации стали с содержанием 0,1%C.

Крупнозернистая структура в слабо деформированных участках колпачка из гильзовой латуни марки Л-70 показана на фиг. 258.



Фиг. 258. Крупное зерно в слабодеформированном участке колпачка из латуни после отжига.

Таким образом режим термообработки при всех прочих равных условиях зависит от размеров и конфигурации изделий. Это положение уже подтверждалось приведенными выше цифровыми данными.

Режим термообработки зависит также и от типа оборудования. Положение это является бесспорным и не требует доказательств.

§ 4. Режимы и оборудование для термической обработки гильз

Получение механических качеств гильзы, т. е. требуемой схемы прочности, в процессе ее изготовления достигается сочетанием холодной обработки давлением с термической обработкой или только механической обработкой.

Термическая обработка в процессе изготовления гильз заключается в общем нагреве:

1) для сушки изделия после промывки в воде, мыльном растворе, растворе лака и т. д.; эта операция условно отнесена к термообработке;

2) для устранения остаточных вредных напряжений в латунных гильзах, могущих привести к саморастрескиванию при хранении;

3) для восстановления пластических свойств металла, потерянных при холодной обработке давлением;

4) для получения необходимых по техническим условиям механических свойств (схемы прочности) в донной части и по корпусу гильзы совместно с обработкой давлением.

Кроме этого применяется частичный местный нагрев по подготовке части длины гильзы для проведения обжима и получения необходимых механических качеств дульцевой части гильзы в соответствии с условиями работы гильзы.

Режим тепловой обработки, сушки после промывки, лакирования гильз и нагрева латунных гильз в целях устранения остаточных вредных напряжений, должен удовлетворять следующим условиям:

1. Нагрев не должен вызывать изменения механических свойств изделия.

2. Продолжительность выдержки изделий при выбранной температуре зависит от характера производимой операции и типа оборудования.

На основании опытных данных установлено, что температура для сушки полуфабриката после промывки или лакирования и снятия напряжений не должна быть выше:

для латуни	200—225°
для биметалла и стали	225—270°

Превышение указанных температур, особенно для готовых гильз, вследствие падения твердости и повышения вязкости (см. рис. 251) приводит к появлению ряда нежелательных явлений после выстрела — прорыву газов по окружности капсюльного гнезда, а иногда и выпадению капсюлей.

Продолжительность пребывания изделия при заданной температуре зависит от характера оборудования и способа нагрева.

Из применяемого для сушки после промывки оборудования наиболее эффективной является (несмотря на громоздкость конструкции, что и является причиной ограниченного применения) сушка башенного типа с встряхивающими решетками. Наличие толчков обеспечивает «вытряхивание» жидкости из гильз, а следовательно, и быстрый процесс сушки.

Остальные типы оборудования, как-то: сушильные шкафы, шнековые сушила, имеющие повсеместное распространение, не обеспечивают полного удаления влаги, что и является иногда причиной брака или поломки инструмента при штамповке донной части и способствует быстрому окислению поверхности в процессе хранения у биметаллических и стальных гильз.

Заслуживают внимания конвейерные электропечи типа «Рипош» и электропечи с сетчатыми цилиндрами фирмы Линдберг, применяемые

для нагрева в случае необходимости снять напряжения в латунных гильзах.

Выбор режима отжига для восстановления пластических свойств и придания необходимых механических свойств по корпусу и донной части будущей гильзы в тех случаях, когда необходимая схема прочности получается в результате совместной механической и термической обработки, представляет одну из наиболее сложных технологических задач. Неправильно выбранный режим отжига приводит к повышенному расходу инструмента, росту брака в процессе изготовления, а иногда и к совершенной непригодности к стрельбе готовых изделий.

Исходя из схемы прочности готовой гильзы и особенностей обработки давлением, необходимые в процессе изготовления гильзы отжиги можно разбить на две категории: последний отжиг с полным нагревом заготовки для получения прочной гильзы, первичные межоперационные отжиги для восстановления пластических свойств гильзы. В первом случае частично восстанавливаются пластические свойства, а во втором — металл подготовляется для получения необходимой схемы прочности готовой гильзы. Из сказанного следует, что режим последнего отжига вытяжек следует назначить, исходя из схемы прочности готового изделия, учитывая механические свойства заготовки, поступающей на отжиг, и изменения этих свойств в процессе последующего наклепа (степени деформации) после отжига. Это положение иллюстрируется рядом примеров в табл. 109.

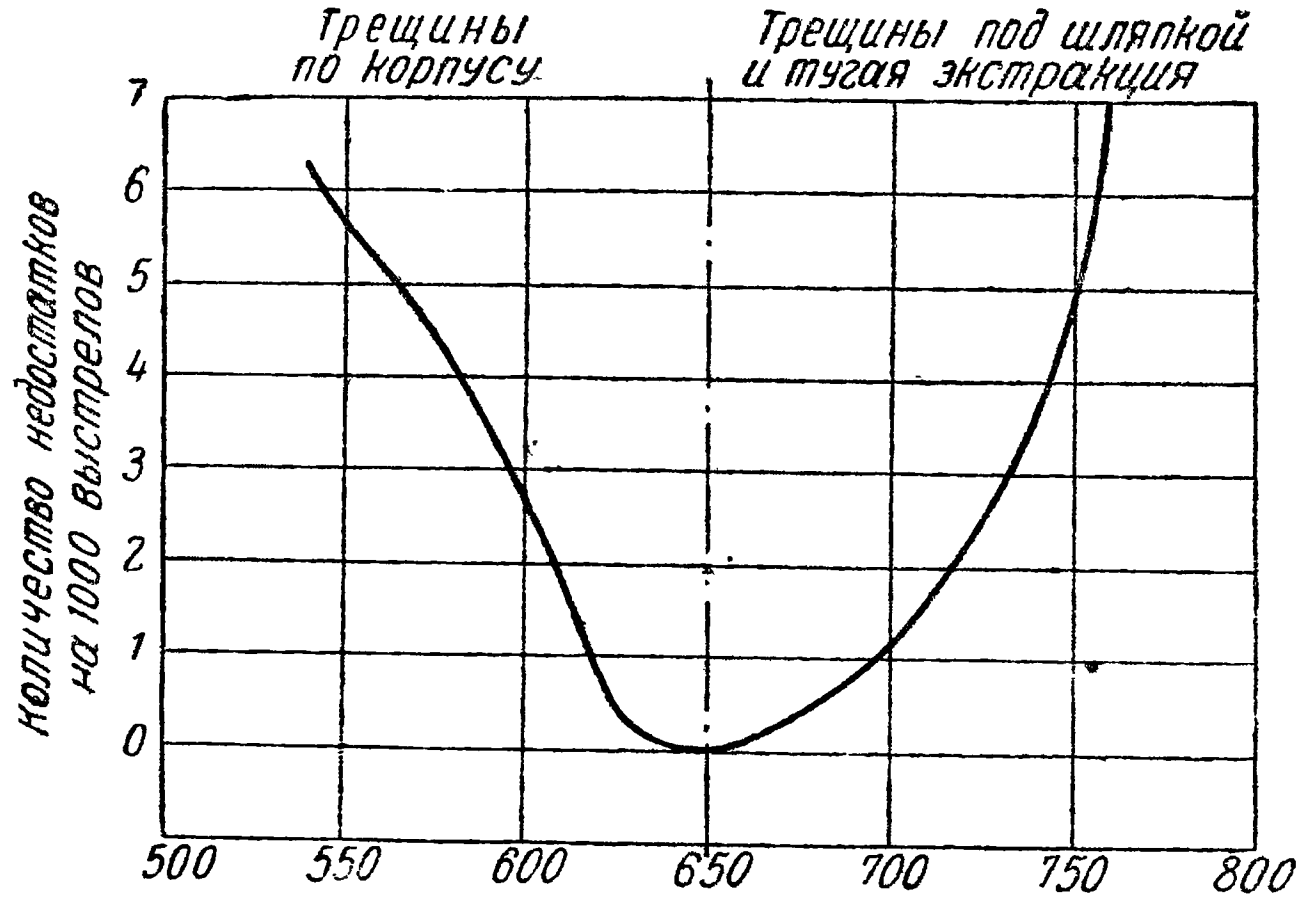
Таблица 109

Влияние режима последнего отжига и предварительной обработки на прочность гильзы

Гильза	Материал гильзы	Полуфабрикат	Температура отжига °С	Твердость по Виккерсу			Результат стрельбы
				A	*B*	*C*	
Пистолетная, калибр 7,62 *мм*	Латунь Л-68	Колпак	750	—	68	—	Тугая экстракция
		Первая вытяжка	650	68	70	—	
		Вторая „	600	73	75	75	
		Третья „	—	108	108	123	
		Готовая гильза	—	108	108	123	
Пистолетная, калибр 7,62 *мм*	То же	Колпак	650	—	103	—	Нормальная
		Первая вытяжка	550	98	110	—	
		Вторая „	500	95	101	102	
		Третья „	—	171	200	206	
		Готовая гильза	—	171	200	200	
Винтовочная	Биметалл (сталь-томпак)	Колпак	830	115	110	110	Трещины по корпусу ближе 5 *мм*
		Первая вытяжка	700	125	130	130	
		Вторая „	550	145	150	160	
		Третья „	—	—	—	—	
		Четвертая „	—	—	—	—	
		Готовая гильза	—	260	270	250	
Винтовочная, калибр 7,62 *мм*	То же	Колпак	830	112	112	111	Нормальная
		Первая вытяжка	760	123	119	112	
		Вторая „	650	154	163	178	
		Третья „	—	—	—	—	
		Четвертая „	—	190	200	200	
		Готовая гильза	—	—	—	—	

Таким образом причину появления тугой экстракции, трещин под шляпкой, трещин ближе 5 *мм*, продутий и других дефектов в первую очередь следует искать в нарушении механических свойств полуфаб-

риката, поступающего на окончательное деформирование, а следовательно, и в неправильном режиме термообработки. Низкие температуры отжига последней вытяжки при всех прочих равных условиях приводят к получению очень жесткой гильзы, а следовательно, к трещинам и отрывам, а высокие температуры — к тугой экстракции и продутиям.



Фиг. 259. Кривая, показывающая изменение качества гильзы в зависимости от температуры последнего отжига.

Весьма характерной является кривая фиг. 259, показывающая количественный рост дефектов по прочности в биметаллической гильзе в зависимости от температуры последнего отжига вытяжки. Кривая построена для отжига в электропечах типа «Бостон», а стрельба для лучшего выявления дефектов гильз велась на расшарошенной винтовке.

Фиг. 260. Образцы спрессованных гильз в результате неправильного отжига.

Неправильный режим отжига последней вытяжки является также причиной брака в процессе обработки, так, например, повышенная температура обычно всегда приводит к явлениям спрессовывания при второй штамповке, так как высокие температуры, вызывая изменение механических свойств, не могут обеспечить необходимой упругости капсюльного гнезда. Полуфабрикат, оставаясь на соске, уходит вместе с ним, что вызывает при последующем ходе пресса спрессовывание (фиг. 260) и поломку комплекта инструмента. Низкие температуры

последнего отжига повышают расход вытяжного инструмента, штампов и сосков и увеличивают брак по обрывам на последней вытяжке.

Исходя из этого, для последнего отжига вытяжек в случаях, когда необходимая схема прочности получается в результате совместной термической и механической обработок, температура отжига должна выбираться с учетом схемы прочности и степени деформации (наклепа) полуфабриката после отжига.

При установлении действительной температуры отжига необходимо учесть температурный перепад между температурой по потенциометру и действительной температурой изделия, равный для печей «Бостон», «Солем», DWM 60—70°.

При выборе режима отжигов первичных вытяжек, учитывая неоднородность степени деформации, а следовательно, и возможный рост зерна в слабо деформированных участках, необходимо придерживаться средних значений температур рекристаллизационного интервала. Мерилом правильности выбора температур является стойкость инструмента и качество изделий в процессе вытяжки.

Такой метод производства гильз, т. е. получение необходимой схемы прочности гильзы при совместной механической и термической обработках, обязателен для латунных гильз и применяется в ряде стран для стальных и биметаллических гильз. Наряду с этим в ряде стран для стальных гильз принят принципиально отличный технологический процесс. Необходимая схема прочности гильзы получается только при механической обработке, роль же термической обработки сводится к восстановлению пластических свойств, обеспечивающих возможность вытяжки.

Такая схема процесса требует значительных наклепов на свертке и первой вытяжке, позволяет сократить число отжигов, что, помимо сокращения технологического цикла, способствует получению гильз более хорошего качества, так как не происходит роста зерна, а следовательно, и ослабления прочности в слабо деформированных участках гильзы.

Режим отжига, свертки и вытяжек в этом случае выбирается из условий получения структуры зернистого перлита, обеспечивающей хорошую штампуемость, т. е. температура изделия должна лежать в пределах 600—700°.

Как показывает опыт ряда заводов, в дальнейшем при изготовлении винтовочных и пистолетных стальных гильз возможно будет отказаться от двух отжигов, а отжигать только колпачок.

Схема термообработки в этом случае такова: нормализация при 860—920°, охлаждение на воздухе и повторный отжиг при температуре 620—670°. Нормализацией исключается рост зерна в мало деформированных участках и обеспечивается однородная величина его. Во избежание большого образования окалины изделия, нагреваемые для нормализации, следует помещать в герметические барабаны каморных печей. Последующий за нормализацией отжиг позволяет снизить твердость. Как этот отжиг, так и описанные ранее рекомендуется вести с применением контролируемых неокисляющих атмосфер.

Помимо полных отжигов, которые производятся после операций свертки и вытяжки, для получения разнородных по длине гильзы механических свойств и подготовки полуфабриката к операции обжима применяют частичные (местные) отжиги, т. е. отжиг на некоторой длине гильзы. Число частичных отжигов зависит от металла гильзы и коэфициента бутылочности.

В гильзах биметаллических и стальных для существующих в стрелковом оружии коэфициентов бутылочности делается один отжиг, в латунных гильзах для коэфициентов бутылочности меньше 1,2 — один

отжиг, а больше 1,2 — два отжига. Первый отжиг по длине заготовки производится для подготовки вытянутой и отштампованной заготовки к операции обжима гильзы, а второй отжиг по дульцу и скату производится в готовом изделии для того, чтобы:

1) исключить остаточные внутренние напряжения после обжима дульца, могущие привести к самопроизвольному расстрескиванию гильз при хранении;

2) создать условия прочного соединения гильзы и пули.

Наиболее сложной и попрежнему дискуссионной является операция второго частичного отжига в латунных гильзах.

Хороший отжиг должен обеспечивать прочное удерживание пули, поэтому полного отжига дульцу давать нельзя. Пределы температур отжига крайне ограничены, что очень усложняет эту операцию. Из этого следует, что режим второго частичного отжига зависит от:

1) прочности соединения пули и гильзы — чем прочнее соединение, тем выше температура отжига;

2) способа закрепления пули в дульце — при кернении температура должна быть ниже, при завальцовке выше;

3) формы накатки на пуле — чем острее переходы, тем выше температура отжига.

Из сказанного следует, что необходимость, а равно с этим и режим второго отжига латунных гильз определяют в зависимости от типа патронов.

Длина отжига при первом и втором отжиге дульца (в случае изготовления гильз из латуни) зависит от:

1) условий работы гильзы в момент выстрела, т. е. от деформаций гильзы при стрельбе;

2) коэфициента бутылочности гильзы; очевидно, что чем больше коэфициент бутылочности, тем длиннее зона отжига, считая от обреза дульца;

3) размеров дульца, ската и толщины стенки.

Необходимо отметить, что особенно опасным как для работы гильзы в момент выстрела, так и для процесса обжима, является резкий переход от зоны отжига к зоне наклепанного металла.

Переход должен быть плавным; резкий переход приводит к отрывам и повышенному проценту брака на обжиме.

Температура первого отжига зависит от степени деформации при обжиме гильзы и способа нагрева, т. е. типа оборудования для отжига. Для отжига на части длины заготовки применяют следующие методы нагрева заготовок: 1) косвенного нагрева, 2) прямого нагрева.

Для отжига по методу косвенного нагрева используются:

а) станки бензиновые и газовые;

б) станки с нихромовым сопротивлением.

Для отжига по методу прямого нагрева используются станки прямого нагрева:

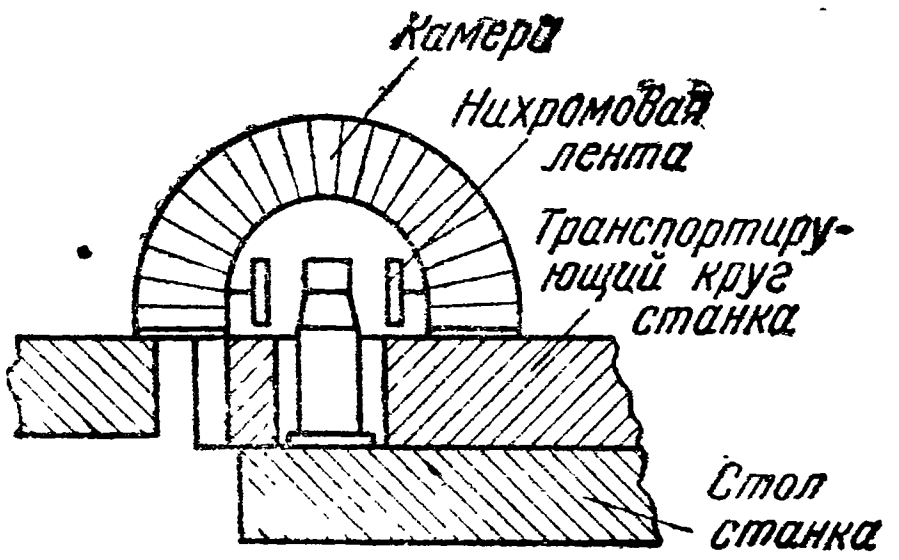
а) методом магнитной индукции;

б) методом сопротивления.

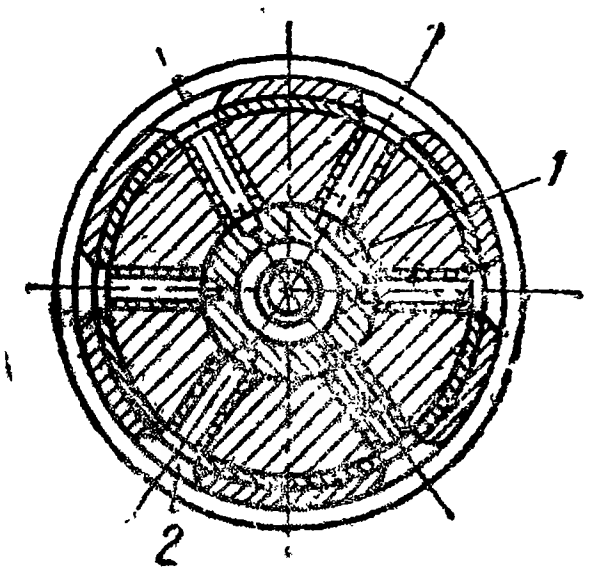
Наиболее распространенным на патронных заводах СССР является отжиг в станках с нихромовой лентой, нагреваемой проходящим по ней электрическим током. Принцип действия этого станка основан на том, что гильза, проходя вдоль нагретой до 900° С нихромовой ленты, соответственно повышает свою температуру до температуры рекристаллизации. Вследствие того что гильза по отношению к нихромовой ленте имеет по периферии разные расстояния, теплоотдача от ленты к гильзе идет неравномерно. Наиболее удаленные точки гильзы нагреваются медленнее, чем точки, лежащие ближе к ленте. Поэтому, кроме нагрева части гильзы до заданной температуры, необходимо еще

время для выравнивания температур путем теплоотдачи от более нагретых слоев к более холодным. Как показала практика, при работе на станках с нихромовыми лентами время отжига составляет 35—90 сек. Время нагрева зависит от материала гильзы и толщины стенок.

Конструктивно станок для отжига оформлен в виде вращающегося круга (фиг. 261), на котором установлены гильзы. Над кругом расположена камера, в которой размещены нихромовые ленты. Проходящая между лентами гильза выступает из круга на величину отжига. Чтобы сохранить твердость в нижней части гильзы, транспортирующий круг, несущий гильзы, охлаждают проточной водой. Температуру отжига регулируют специальным регулировочным трансформатором. Коэфициент полезного действия данного станка крайне низок вследствие нерационального расположения нагревателей по отношению к гильзе и трудности теплоизоляции. Потребляемая станком мощность высока.



Фиг. 261. Станок с нихромовой лентой для отжига дулец гильз.



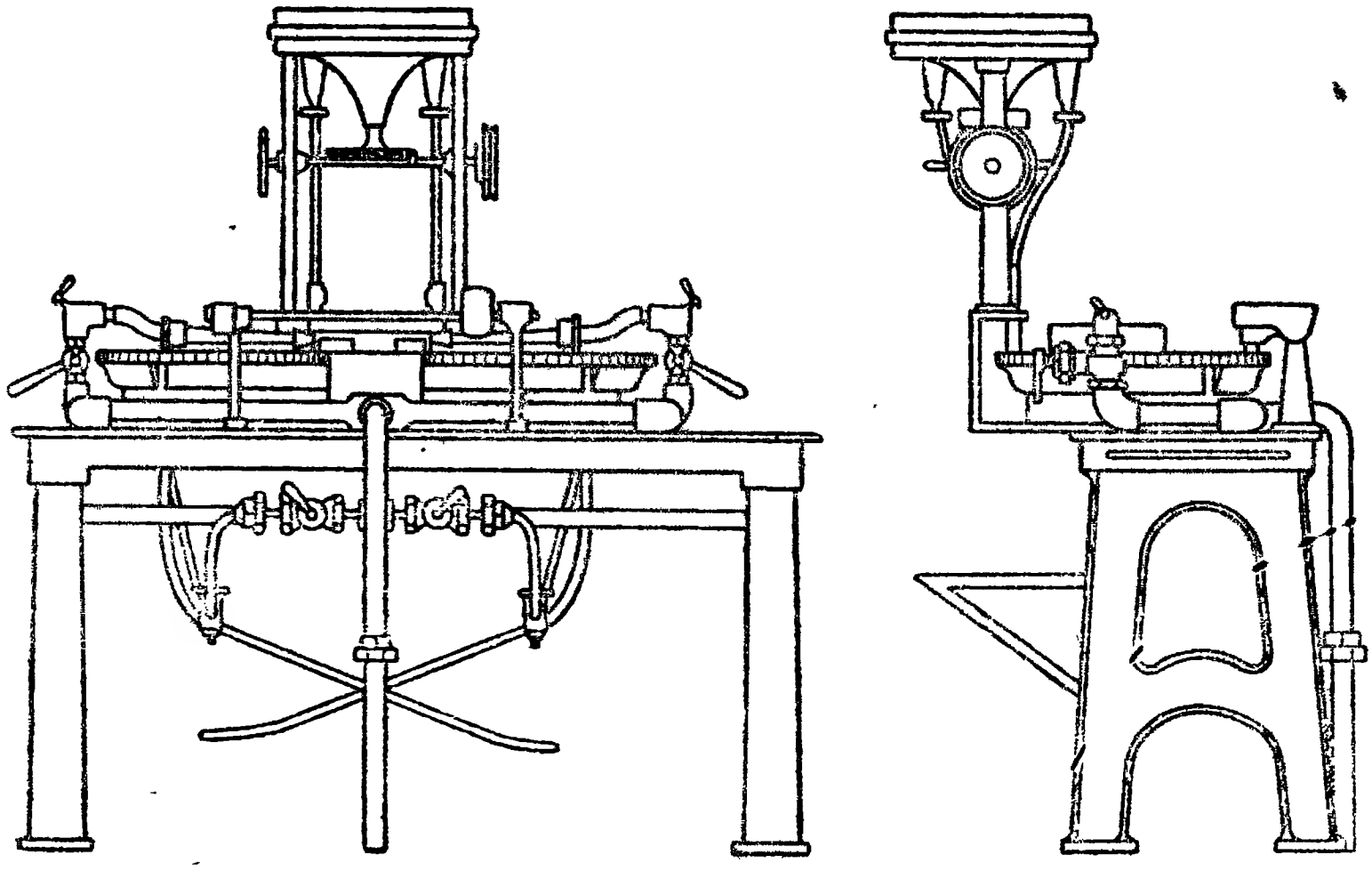
Фиг. 262. Отжиг дульца в гнездах.

Работа на этих станках требует большого внимания, потому что остановка круга приводит к браку вследствие перегрева в дульцевой части и нагрева всей гильзы. Неправильное попадание гильзы в круг вызывает изменение механических свойств по корпусу и, следовательно, тугую экстракцию во время выстрела, а касание гильзы нихромовой ленты вызывает прижог.

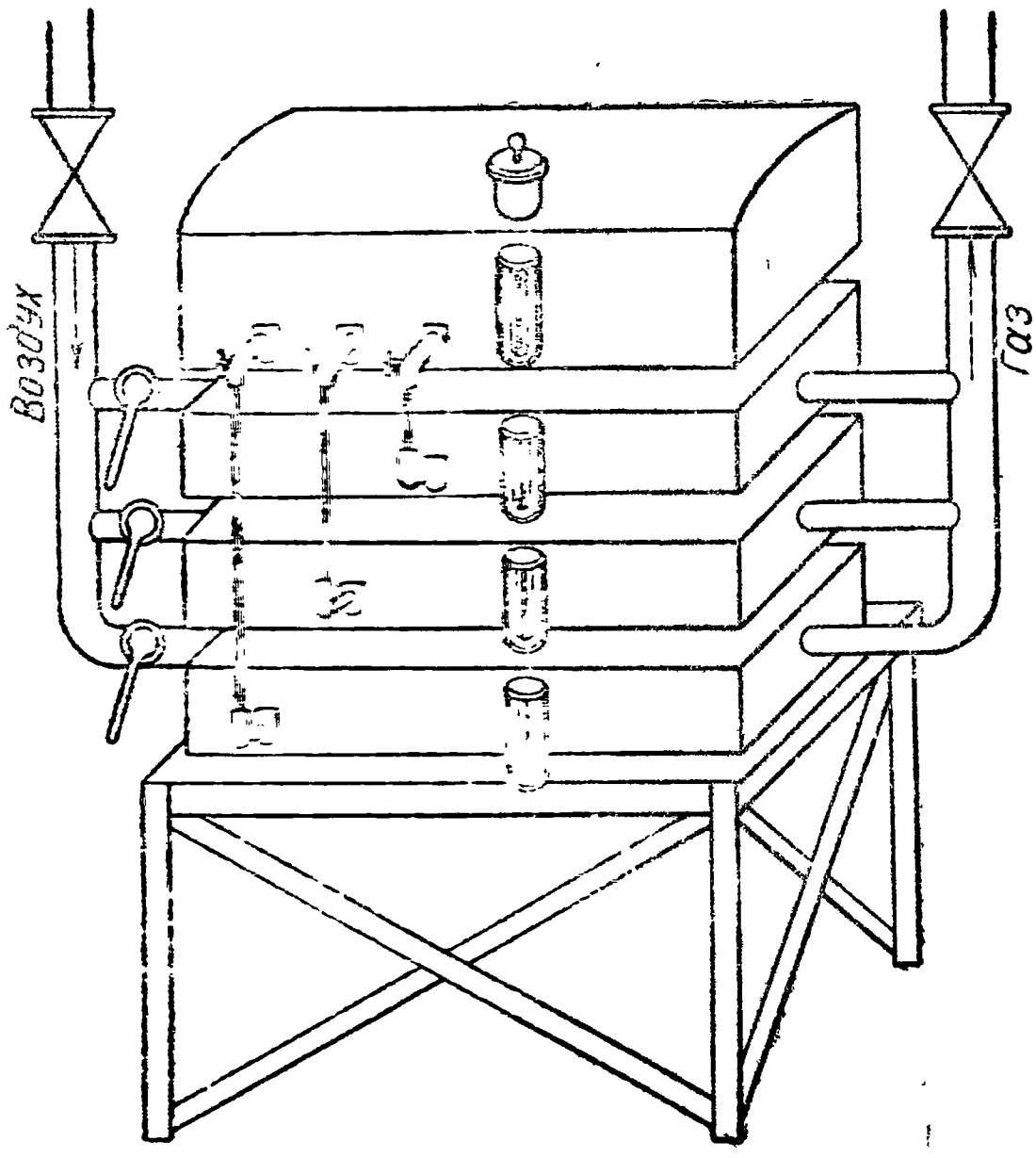
В целях более рационального нагрева на некоторых заводах за границей применен метод отжига в нагретых гнездах. Принцип действия этих станков (фиг. 262) следующий: нагретый до 1600—1800° силитовый стержень *1* окружает жаростойкая сталь с просверленными по периферии отверстиями *2*. Для уменьшения потерь все устройство имеет тепловую изоляцию. Под действием лучеиспускания селитового стержня жаростойкая сталь разогревается до температуры 600—700°. Вставленные в отверстия *2* с небольшим зазором гильзы быстро и равномерно разогреваются и отжигаются. Вдоль оси барабана размещается до десяти гильз. Станок имеет хороший коэфициент полезного действия, но пригоден только для отжига латунных гильз. Аналогичными станкам с нихромовой лентой являются станки, где в качестве нагревательного элемента используется пламя, полученное от сгорания карбюрированного бензина (фиг. 263).

Качество отжига в этих станках хуже; кроме этого требуются специальное устройство для приготовления карбюрированного бензина (фиг. 264) и повышенный расход высококачественного авиационного бензина. На немецких патронных заводах бензин заменен газом, а на американских видоизменена и конструкция станка; вместо транспортирующего круга гильзы помещаются в охлаждаемые винтовые транспортеры (фиг. 265).

К отжигу гильз по методу косвенного нагрева может быть также отнесен камерный способ (фиг. 266). Сущность этого способа заклю-



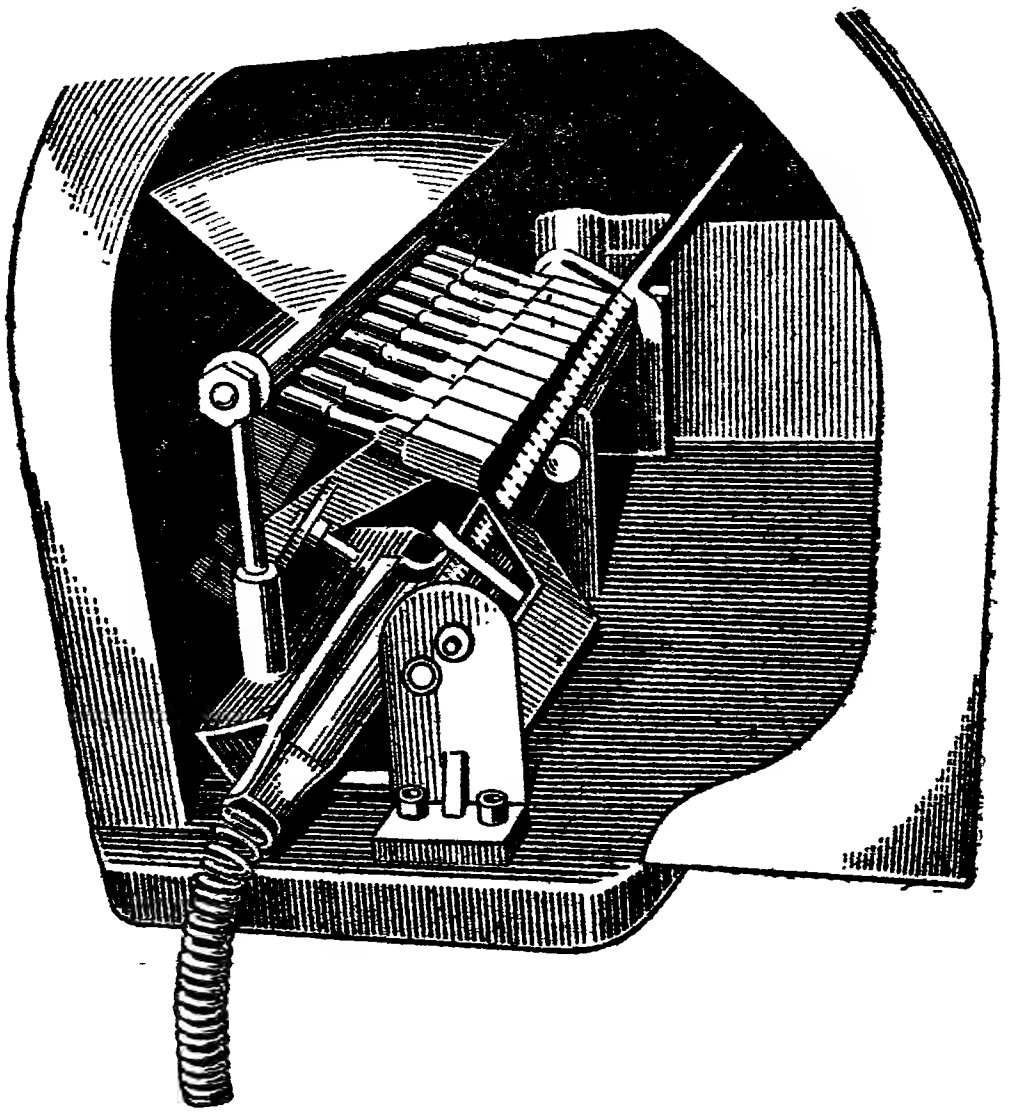
Фиг. 263. Станок для отжига гильз с бензогорелками.



Фиг. 264. Схема установки для приготовления карбюрированной смеси.

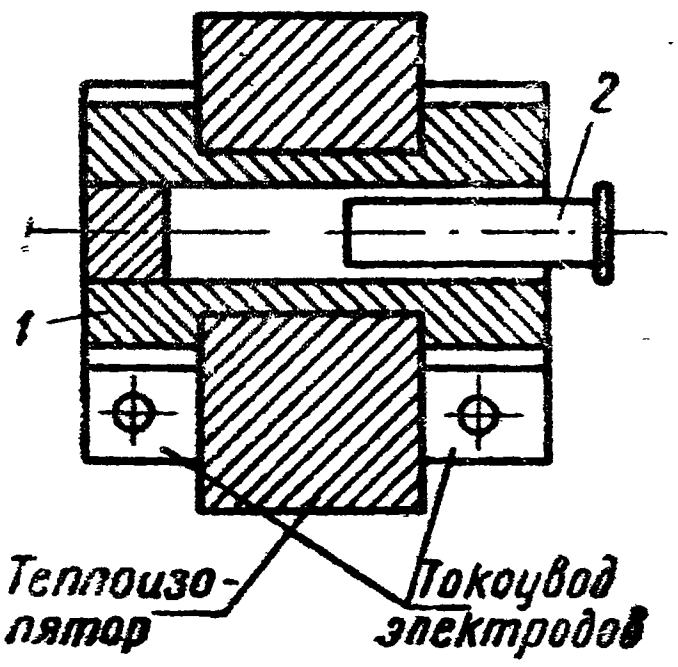
чается в следующем: токонагревательная, выполненная из неметаллического сопротивления, камера *1* присоединена своими концами к сети низкого напряжения. Вследствие прохождения тока часть камеры нагревается до необходимой температуры. Вставленная в камеру гильза *2* нагревается равномерно со всех сторон до температуры отжига. Проведенные работы с подобными угольными камерами показали, что отжиг гильзы происходит в течение 5—8 сек. Камеры могут быть выполнены из корунда, глобира, селитры или подобных им температуростойких материалов.

Помимо метода косвенного нагрева, как и указывалось ранее, широко используется метод прямого нагрева. Наиболее простым в этой группе следует считать отжиг в обычных соляных ваннах, применяемый для гильз крупного калибра.



Фиг. 265. Станок для отжига гильз газом, принятый в США.

При отжиге в соляных ваннах подлежащие отжигу гильзы помещают в сборки и погружают в печь-ванну с расплавленной селитрой на глубину, равную длине отжига, при температуре 480—515° для латунных гильз и выдерживают 45—50 сек. После отжига гильзы опускают в ванну с холодной водой для удаления расплавленной селитры, а затем промывают в горячей воде и просушивают. Недостатки этого способа очевидны и не требуют особого освещения.



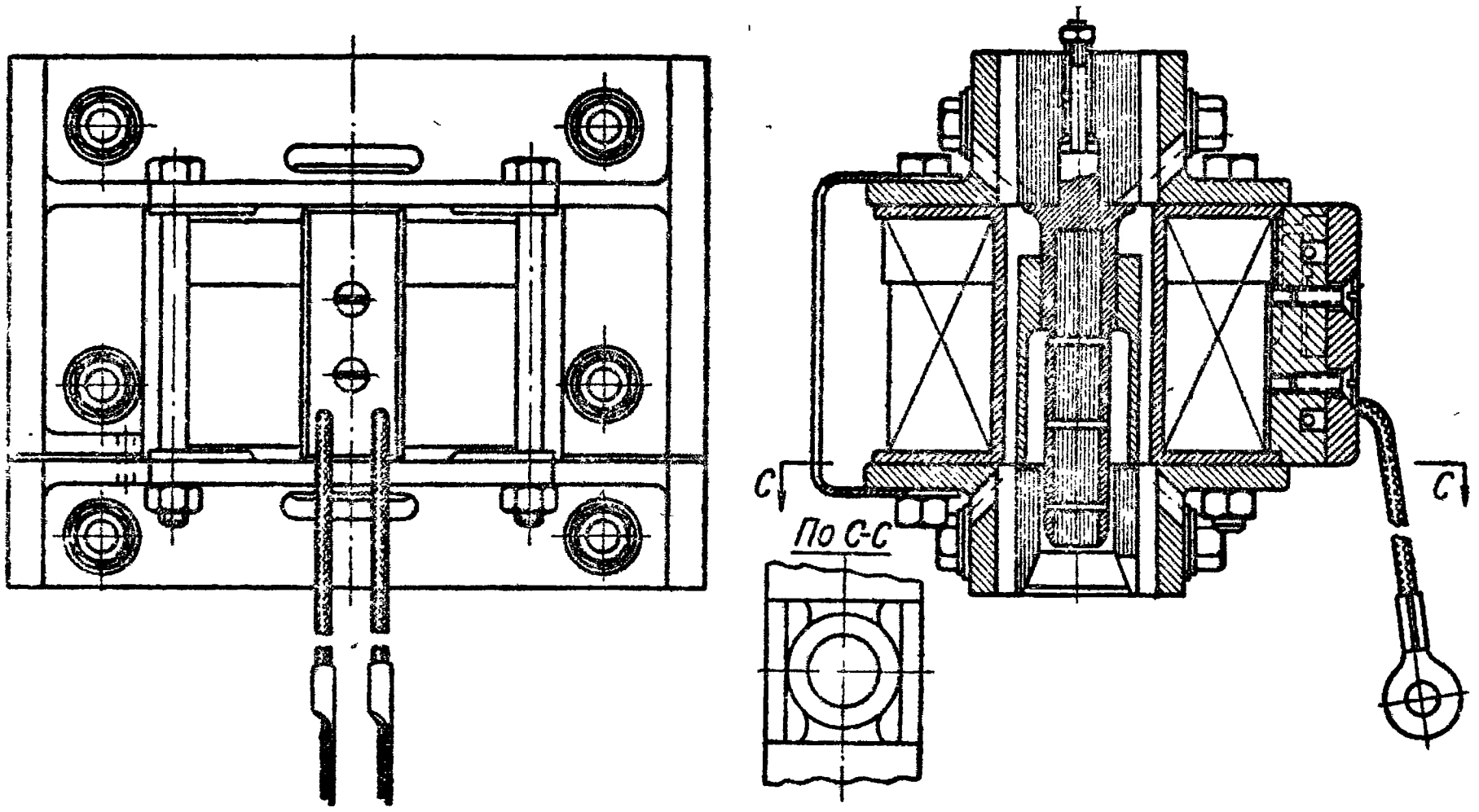
Фиг. 266. Каморный способ отжига дулец.

Наиболее эффективными как по качеству, так и по количеству выпускаемых гильз являются индуктивный и контактный способы.

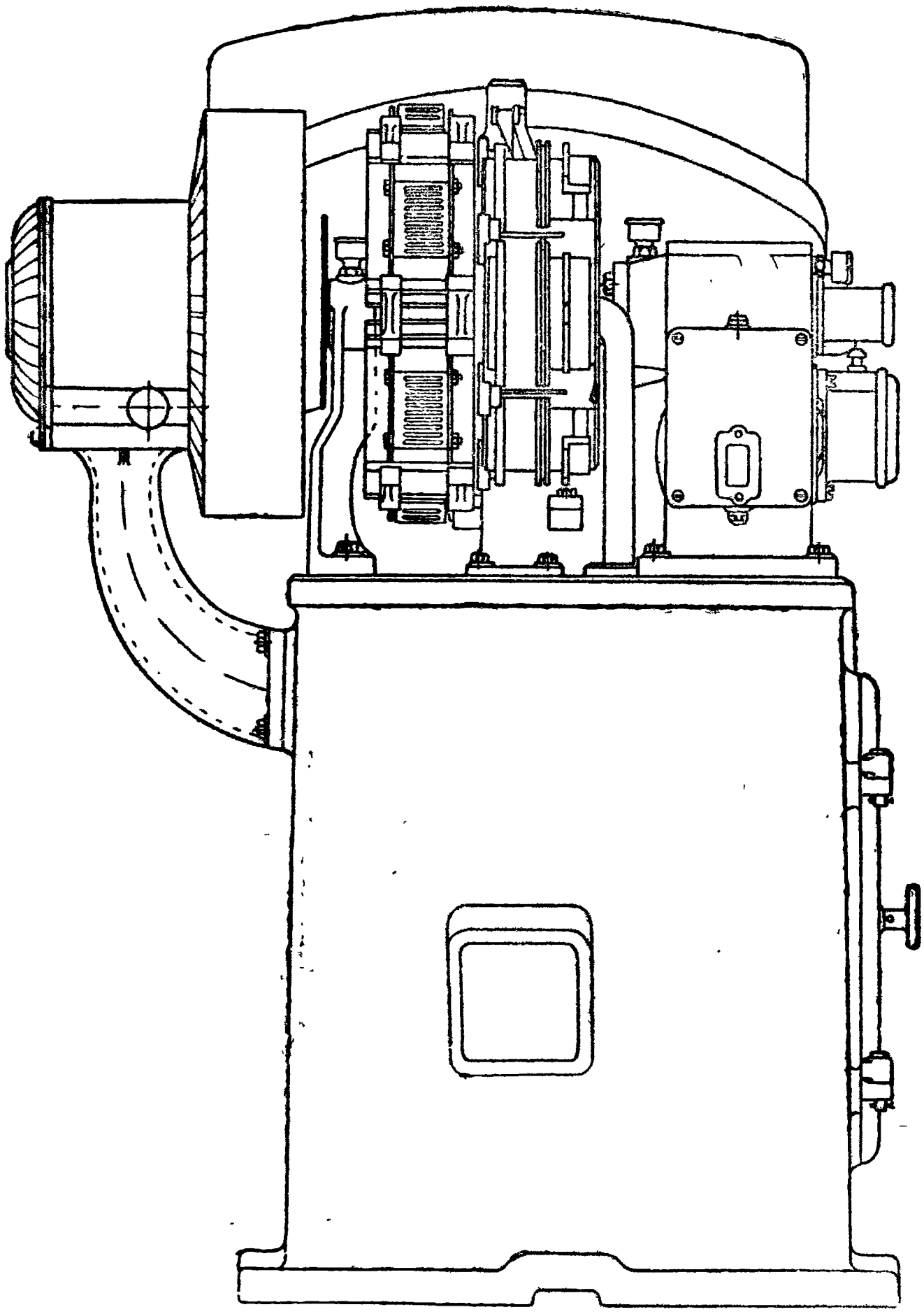
В первом случае электрическая энергия передается путем индукции, а во втором электрическая энергия поступает в тело гильзы путем контактирования. Принцип действия станка для индуктивного способа показан на фиг. 267.

В броневом трансформаторе средний стержень обточен под внутренний диаметр гильзы и на него надевают гильзы на длину, подлежащую отжигу. Эта часть гильзы является вторичным витком трансформатора. Первичная обмотка надета сверху гильзы. Промежуток между ними занимает теплоизоляционная камера. Если первичная обмотка находится под напряжением, то при вставке гильзы в трансформатор в ней под действием магнитного потока стержня индуктируется электродвижущая сила. Так как гильза представляет собой замкнутый виток, то под действием этой электродвижущей силы в гильзе появится электрический ток, который будет нагревать гильзу.

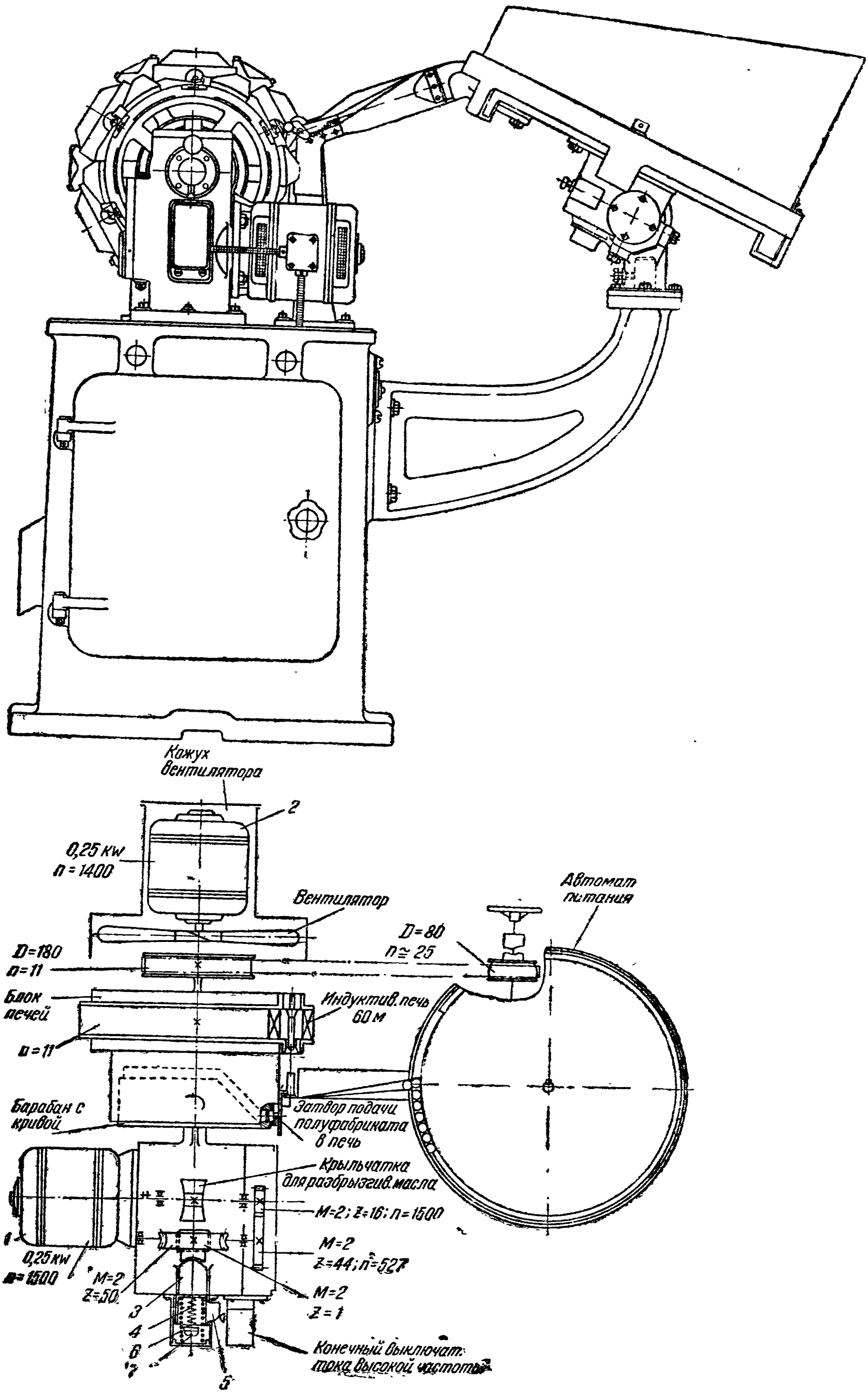
Кинематическая схема и общий вид станка показаны на фиг. 268 и 269.



Фиг. 267. Схема печи Бордета.

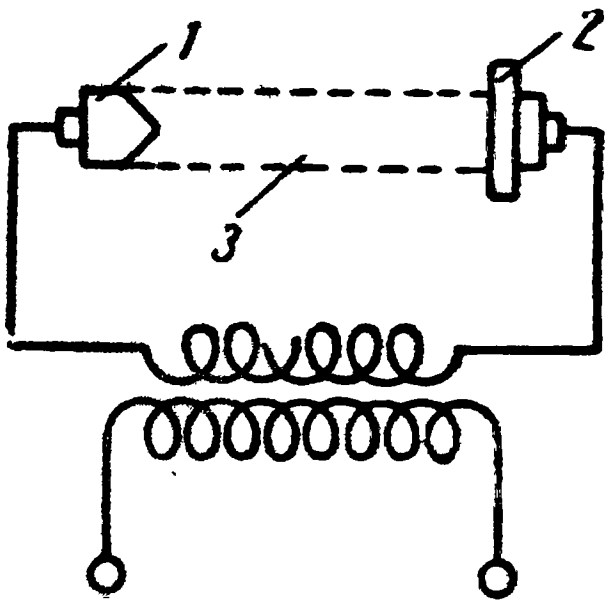


Фиг. 268. Печь Бордета.

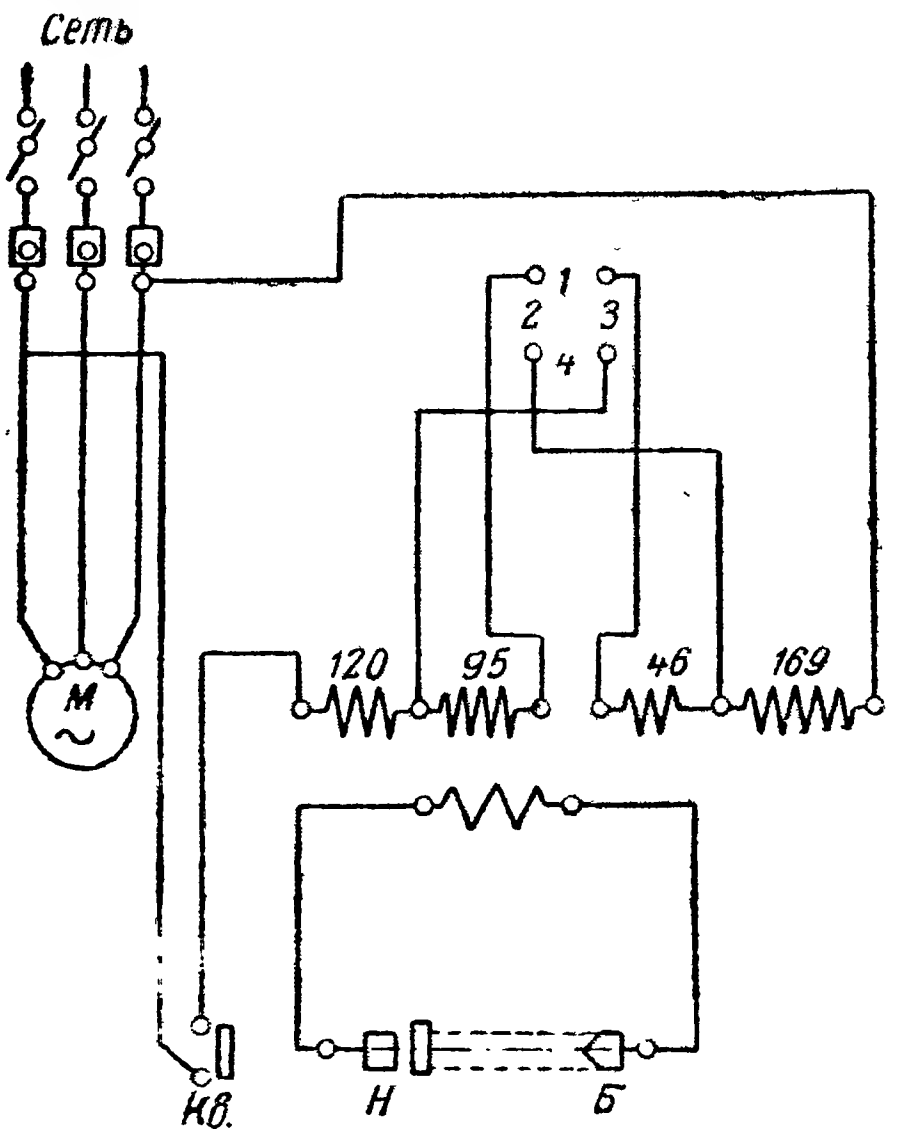


Фиг. 269. Кинематическая схема печи.

Третьим способом метода прямого нагрева является так называемый контактный способ. Сущность этого способа состоит в следующем (фиг. 270): подлежащая отжигу гильза *3* зажимается между охлаждаемыми водой электродами *1* и *2*, причем электрод *1*, упирающийся в дульце гильзы, имеет форму конуса для лучшего центрирования гильзы. Электроды присоединены к вторичной обмотке понижающего трансформатора. Ток большой силы и низкого напряжения проходит по телу гильзы и нагревает ее. В начале дульца перепад тепла идет вследствие переходного контакта между дульцем и конусом электрода. После-



Фиг. 270. Схема контактного метода отжига дулец гильз.



Фиг. 271. Электрическая схема станка для контактного отжига дулец гильз.

дующий нагрев идет в виде геометрической правильной окружности, постепенно удаляясь от конца гильзы. Это явление получается вследствие неравномерного сечения гильзы вдоль оси. Стенка гильзы имеет самое малое сечение у дульца, постепенно увеличивающееся к шляпке гильзы.

Ряд опытов по контактному способу отжига латунных гильз позволяет выработать параметры отжига, приводимые в табл. 110.

Таблица 110

Параметры отжига латунных гильз контактным способом

Параметры отжига	Типы гильзы		
	пистолетные, калибр 7,62 *мм*	противотанковые, калибр 14,5 *мм*	авиационные, калибр 12,7 *мм*
Вторичное напряжение холостого хода трансформатора	1,25	3,5	3,2—3,3
Вторичный ток, *а*	1150—1200	3840	3300—3500
Мощность, *квт*	1,5	15,2	11—12
Время отжига, сек.	0,4—0,5	4	2—2,5

Общий вид станка для контактного способа показан на фиг. 271.

Изучение различных способов отжига дульца позволяет нам сделать следующие выводы:

1. Наилучшее качество отжига получается у гильз, отожженных по методу прямого нагрева.

2. Меньший расход электроэнергии получают при прямом нагреве, что и подтверждается данными табл. 111.

Таблица 111

Удельный расход энергии и к. п. д. для отжига дулец

Станки	Удельный расход энергии	К. п. д. %
С бензиновыми горелками	1,9	10,8
С нихромовым сопротивлением	1,84	11,15
Прямого нагрева методом магнитной индукции	0,3	68,5
Прямого нагрева методом сопротивления	0,321	63

Примечание. При подсчете к. п. д. за полезное затрачиваемое тепло принималось теоретически необходимое количество энергии, для того чтобы температура нагреваемой части повысилась от 20 до 580—600 °С. Это количество энергии принято равным 0,16 кв. ч. /1000.

3. В отношении простоты конструкции и стоимости установки преимущество имеет контактный способ отжига.

§ 5. Термическая обработка пульных оболочек, стаканчиков, трубчатых сердечников и других металлических элементов патрона

Термическая и тепловая обработка пульных оболочек, стаканчиков и других металлических элементов патрона заключается в общем нагреве с целью: 1) обезвоживания после операции промывки, 2) восстановления пластических свойств, потерянных при холодной обработке давлением.

Режимы тепловой обработки для обезвоживания (сушки) берутся такие же, как и при изготовлении гильз. Заметим только, что интервал температур и время выдержки в этом случае могут быть больше, так как возможные изменения механических свойств на служебные качества изделия не влияют.

Режим отжига при обработке этих изделий способствует только восстановлению пластических свойств изделия; поэтому при установлении режима обработки следует исходить из механических свойств полуфабриката, поступающего на отжиг, характера деформации при дальнейшей обработке и стойкости инструмента. Так, например, при назначении температуры и времени выдержки отжига пульной оболочки следует помнить, что высокие температуры вызывают значительный рост зерна в донной части, что неизбежно приведет к увеличению брака на операциях обжима. Исходя из этого, температуры отжига должны находиться в пределах 620—680°.

§ 6. Качество изготовления и контроль термообработки элементов патрона

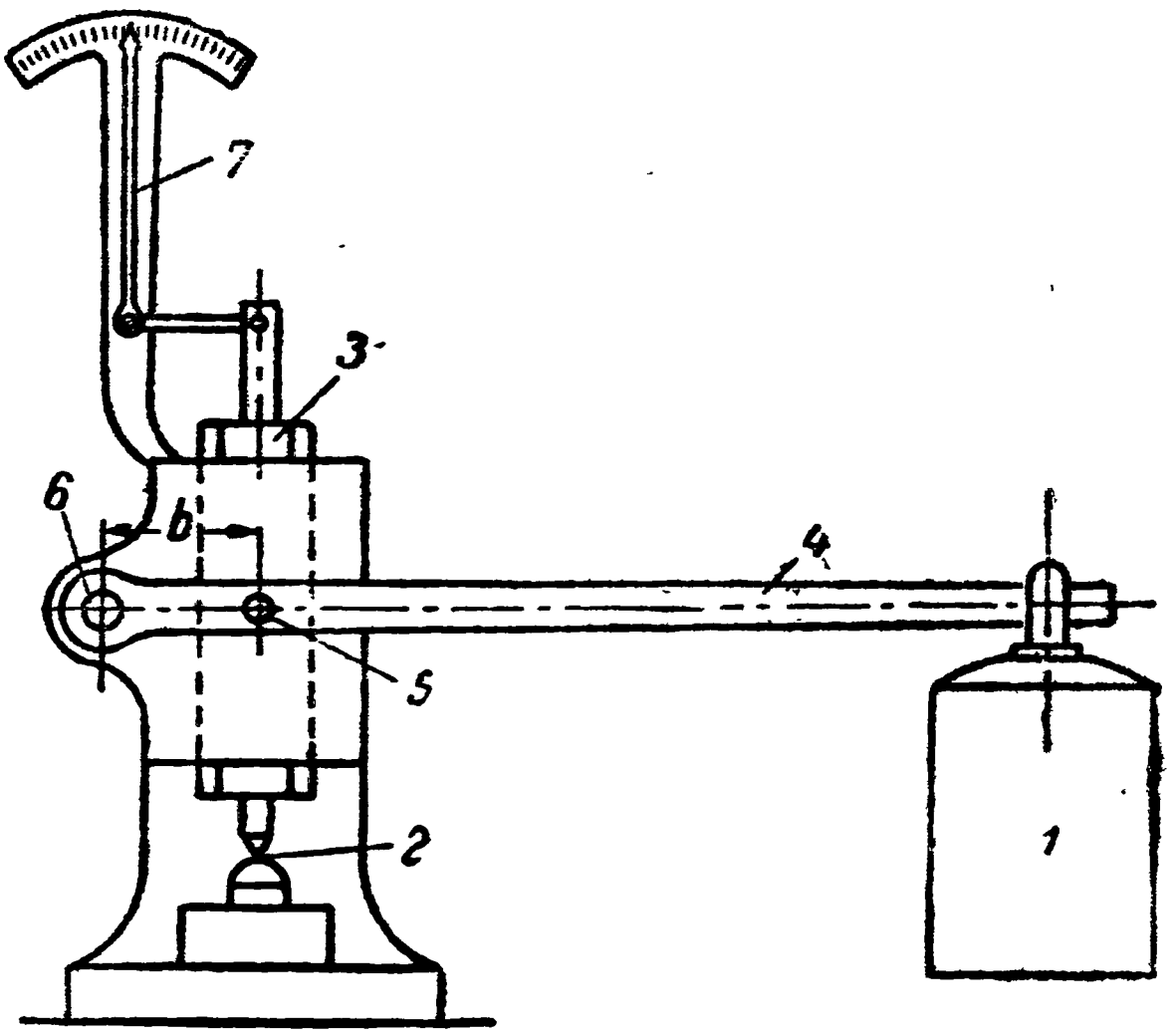
Качество термообработки. Как указывалось ранее, нарушение режима термической обработки приводит к пониженной прочности готового изделия, повышению брака и повышенному расходу ин-

струмента. Виды брака изделий в результате неправильной термической обработки приводились ранее.

Устройства для контроля термической обработки разбиваются в зависимости от их назначения на две группы:

1. Для контроля работы оборудования.
2. Для контроля качества отжига в изделиях.

Одно время единственным прибором для оценки качества отжига являлся рычажный пресс конструкции Ростовщикова (фиг. 272). Подлежащий испытанию полуфабрикат устанавливался под керн или нож *2*, закрепленный в ползуне *3*; последний связан с рычагом *4* в точке *5* и имеет опору в точке *6*. На правое плечо рычага подвеши-



Фиг. 272. Прибор Ростовщикова.

вается груз *1*. Керн или нож, сминая испытываемое изделие, заставляет стрелку *7* отклониться от нулевого положения. По величине отклонения стрелки определяют степень отжига. Величина груза, форма ножа и место испытания зависят от формы и размеров полуфабриката.

Эта конструкция прибора обладает рядом недостатков, из которых основным является неточность, особенно, если изделие имеет разностенность.

В последнее время эти приборы заменяют прессами Бринеля, Роквелла, Виккерса.

Помимо контроля твердости, производится контроль структуры металла.

Порядок проверки структуры общеизвестен, поэтому его не рассматриваем.

Рациональным способом контроля длины отжига, предшествующего обжиму биметаллических гильз, является определение границы между наклепанным и рекристаллизованным металлом. Этот способ заключается в том, что гильзовый полуфабрикат после отжига дульца погружается в реактив, содержащий 15 *г* окиси меди, 100 *см*^{3} концентрированной соляной кислоты и выдерживается в нем 10—15 мин.

Под действием реактива после растворения и плакировки (слоя томпака) рекристаллизованная часть остается светлой, наклепанная же темнеет. Интенсивность контраста между светлой и темной зонами вполне достаточная, чтобы производить измерения по длине отожженной части.

§ 7. Термическая обработка бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали марки У12А и У12

А. Факторы, влияющие на выбор термообработки

Выбор режима термообработки для сердечников из углеродистой инструментальной стали зависит от ряда факторов, основными из которых являются:

1. Механические характеристики изделия, исходя из тактико-технических требований к сердечнику (твердость, глубина прокаливания).
2. Механические характеристики, структура и химический состав исходного материала.
3. Охлаждающая среда при закалке.
4. Типы оборудования, применяемого для термообработки.

Практикой установлено, что с уменьшением твердости бронепробиваемость падает. Так, например, при твердости сердечника $R_C=64$, имеющего $d=12{,}43$ *мм* и вес 41,2 *г*, при скорости пули $v_0=964$ *м/сек* можно пробить броню на дистанции 100 *м* толщиной 30 *мм*.

Тот же сердечник, но имеющий твердость $R_C=55$, дает только 50% пробития брони.

Сердечники, имеющие сквозную закалку, обладают лучшей пробиваемостью, чем сердечники, имеющие мягкую сердцевину.

Сердечники диаметром $d=12{,}43$ *мм*, имеющие вес 41,2 *г*, получившие сквозную закалку, дают 100% пробития брони; сердечники, имеющие внутреннее мягкое ядро диаметром 4 *мм*, при тех же условиях дают 90% пробития, а сердечники с поверхностной закалкой — только 5—10%.

Механические характеристики, структура и химический состав исходного материала влияют не только на установление режима, но и на характер термообработки.

Известно, что температура нагрева при закалке и критическая скорость охлаждения зависят от содержания углерода: чем больше углерода, тем ниже температура и критическая скорость охлаждения.

Повышенная твердость исходного материала затрудняет при обработке сердечника резание и не обеспечивает необходимой чистоты поверхности вследствие быстрого затупления резцов. Размер зерна влияет на обрабатываемость, качество поверхности стали и способность ее к закаливаемости. Чрезвычайно трудно правильно построить режим обработки резанием, в особенности термообработки, если структура исходного материала неоднородна. Для улучшения обрабатываемости и получения однородных показателей по твердости и прокаливаемости необходима нормализация исходного материала. Влияние величины зерна на обрабатываемость стали подтверждается данными табл. 112.

Качество изделий при закалке зависит также от охлаждающей среды и влияет на качество изделия. Низкие температуры охлаждающей жидкости приводят к росту брака по трещинам, а высокие — способствуют непрокаливаемости, в особенности у сердечников с диаметром более 12 *мм*. Весьма показательны следующие цифры.

Температура охлаждающей воды, °С	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40	50
Глубина прокаливания, *мм*	Полная	Полная	Сердцевина до 2,5	Сердцевина до 3	Сердцевина до 5	Сердцевина до 6

Таблица 112

Влияние величины зерна на свойства стали

Действительный размер зерна			Наследственный (природный) размер аустенита		
свойства	крупный № 1—4	мелкий № 5—7	свойства	крупный № 1—4	мелкий № 5—7
Временное сопротивление разрыву, пределы текучести и пропорциональности, твердость	Одинаковые	—	Прокаливаемость	Глубокая	Мелкая
			Закаливаемость на поверхности	Лучше	Затруднительное
Удлинение и сужение	Меньше на 10—15%	Больше на 10—15%	Внутренние напряжения	Выше	Ниже
			Коробление	Больше	Меньше
			Закалочные трещины	Чаще	Реже
Сопротивление удару при обычных и низких температурах	Низкое, в особенности на холоду	Высокое	Шлифовальные трещины	Большая склонность	Меньшая склонность
			Хрупкость отпуска	Больше	Меньше
			Старение	То же	То же
Предел усталости	Меньше на 20—30%	Больше на 20—30%	—	—	—
Затухание колебаний	Выше	Ниже	Горячая механическая обработка (ковка, прокатка)	Затруднительно	Выгодно
Ползучесть ниже равнопрочной температуры	Ниже	Выше			
Ползучесть выше равнопрочной температуры	Выше	Ниже			
Обрабатываемость при обдирочной работе	Лучше	Затруднительна			
Обрабатываемость при отделочной работе	Затруднительна	Лучше			
Абразивный износ	Одинаковый				
Холодная штамповка	Требует зерна Б-7				
Старение после холодной обработки	Меньше	Больше			

Охлаждающая среда влияет на появление закалочных трещин, что и видно из следующих цифр.

Температура охлаждающей среды, °С	0—5	5—15	15—25	25—35	>35
Процент трещин в бронебойных сердечниках, $d=12{,}43$ *мм*	0,2	0,18	0,03	0,02	0,008—0,003

Пуск в работу сердечников, имеющих трещины, в особенности продольные, приводит к демонтажу пули на полете, что недопустимо по техническим условиям, а поперечные трещины снижают бронепробиваемость.

Б. Режимы и оборудование для термической обработки бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали

Термообработка сердечников складывается из: 1) нормализации, 2) закалки, 3) отпуска.

Вторая и третья операции обязательны, а первая, как было установлено ранее, необходима, если поступающие на обработку прутки имеют неоднородную структуру.

Нормализация и ее режимы общеизвестны и поэтому не рассматриваются.

Для нагрева сердечников под закалку применяют на патронных заводах разнообразные типы печей; из них наибольшее распространение имеют соляные ванны и электрические печи со шнеком, или ленточным транспортером. В тех случаях, когда применяют соляные ванны, целесообразен предварительный подогрев в муфельной печи в течение 30 мин. при садке в 40—45 *кг* и температуре 200—450° или выдержкой над поверхностью соляной ванны садки в 20—25 *кг* в течение 40—45 мин. Применение электрических печей исключает необходимость предварительного подогрева. Охлаждение после нагрева производится в воде. Особое внимание должно быть обращено на глубину бака (глубина должна быть более 2 *м*), постоянство заданной температуры, что достигается хорошей циркуляцией и плотностью (не менее 10° по Боме). Режимы обработки в соляных ваннах для сердечников следующие:

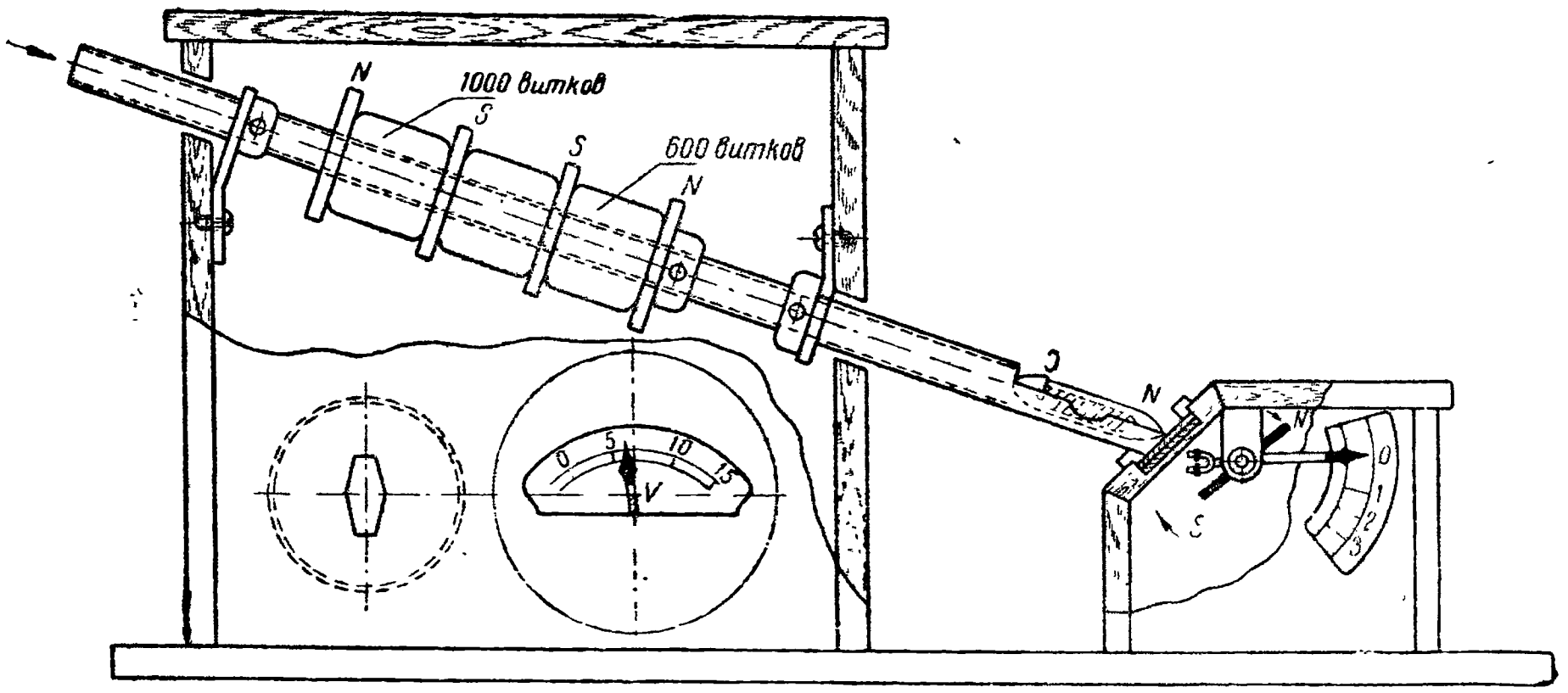
Вес сердечника, *г* и диаметр, *мм*	Единовременная загрузка, *кг*	Рабочая среда		Время выдержки в рабочей среде
		наименование	°С	
$\frac{5{,}25}{6{,}14}$	20—22	22% NaCl 78% $BaCl_2$	760—780	35—40 мин. с подъемом температуры; на подъем затрачивается 10 мин.
$\frac{29{,}25—30{,}05}{10{,}9}$	20—22	22% NaCl 78% $BaCl_2$	770—790	40—45 мин. с подъемом температуры; на подъем затрачивается до 10 мин.
$\frac{41{,}2}{12{,}43}$	22—25	22% NaCl 78% $BaCl_2$	780—810	

Отпуск, вернее, старение, производится длительным кипячением в воде.

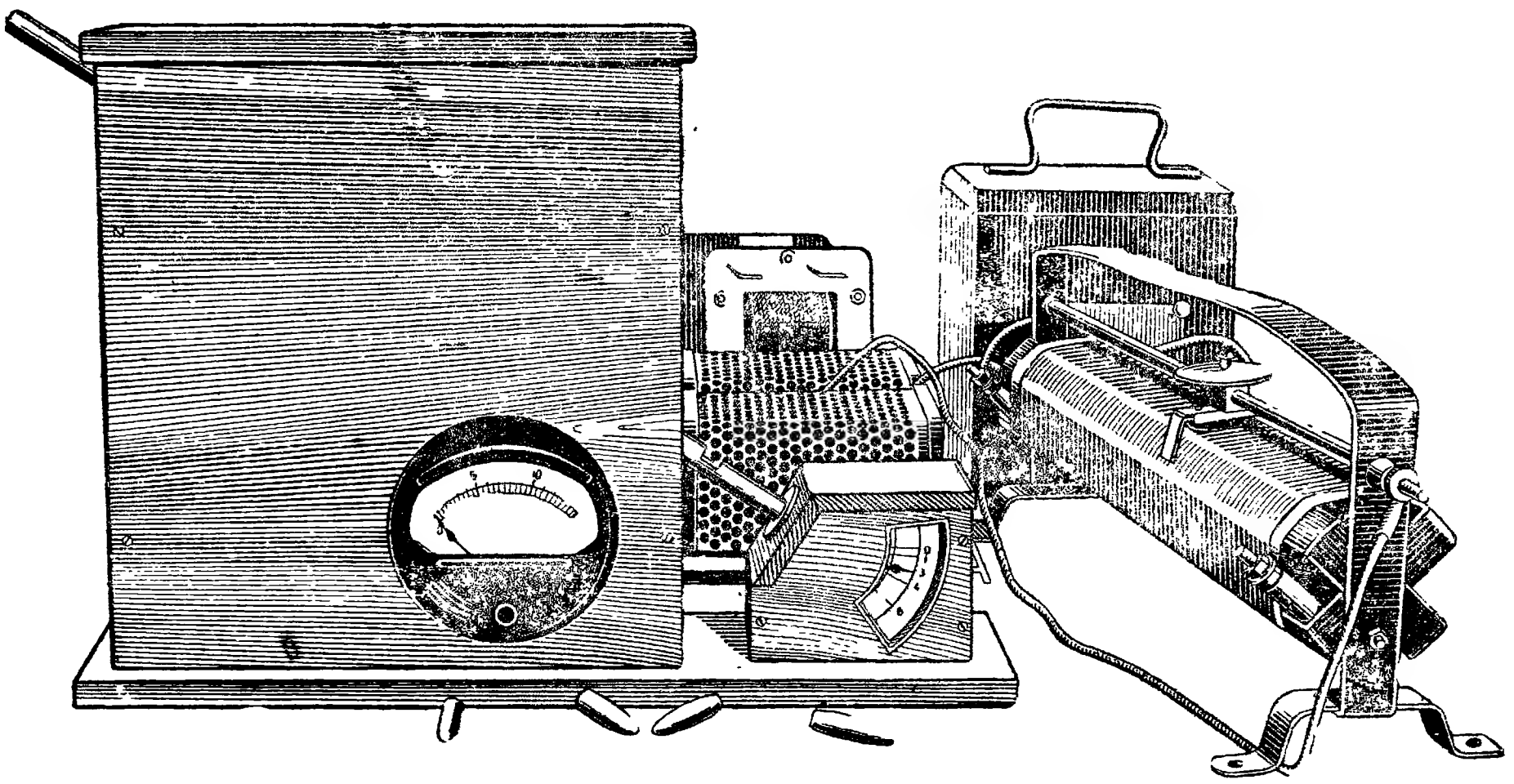
В. Контроль качества термообработки бронебойных сердечников из углеродистой стали

Контроль термообработки сердечников производится на:
1) твердость,
2) прокаливаемость,
3) отсутствие трещин.

Твердость обычно проверяется на прессах Роквелла по шкале С или Виккерса, прокаливаемость — путем излома или на специальном



Фиг. 273. Схема прибора для контроля закалки сердечников.



Фиг. 274. Общий вид прибора для контроля закалки сердечников.

приборе, разработанном по предложению автора, а отсутствие трещин — осмотром или на приборе НИИ-13. Как твердость, так и прокаливаемость проверяются взятием выемки размером в 5—10 шт. от садки, а отсутствие трещин — проверкой всех сердечников. В настоящее время ручной излом сердечников заменяется проверкой на приборе, показанном на фиг. 273, 274.

Прибор построен на принципе использования различных гистерезисных свойств стали, имеющей сквозную и поверхностную закалку. Испытываемый сердечник скользит по наклонной трубке внутри намагничивающей и размагничивающей катушек и останавливается напротив магнитной стрелки. Катушки питаются выпрямленным током, величина которого устанавливается при помощи одной регулировочной ручки, чтобы мартенсит размагничивался во второй катушке, а незакаленная сердцевина перемагничивалась. По величине остаточного магнитного момента, указываемого стрелкой, можно судить о величине непрокаленного слоя стали.

Шкала проградуирована опытным порядком в долях (*мм*) диаметра непрокала.

ГЛАВА XVI

ТЕХНОЛОГИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

§ 1. Общие сведения

К вспомогательным операциям относятся: 1) травление, 2) обезжиривание, 3) омеднение, фосфатирование (бондеризация), 4) протирка, 5) промывка, 6) сушка, 7) лакировка.

Указанными операциями подготовляют заготовку к одной из формоизменяющих операций, т. е. сообщают изделию товарный вид или предохраняют его от коррозии. Вспомогательные операции предшествуют или проводятся одновременно с операциями по изготовлению металлических элементов патрона. Так, например:

а) отжигу сопутствуют травление и промывка;

б) вытяжкам и обжимам стальных изделий предшествуют омеднение или бондеризация (фосфатирование), промывка в мыльном растворе, сушка;

в) обрезке, обточке, штамповке предшествуют обезжиривание, промывка и сушка;

г) контролю по размерам и внешнему виду предшествуют протирка и т. д.

Удельный вес вспомогательных операций в процессе производства металлических элементов велик.

Значение вспомогательных операций возросло в связи с заменой цветных металлов черными. Однако как технология, так в особенности парк оборудования для производства вспомогательных операций недостаточно совершенны.

§ 2. Технология травления

Сохранение способности материала к глубокой вытяжке зависит от качества его поверхности. После отжига поверхность материала от действия кислорода окисляется. Окисление поверхности особенно вредно отражается на производстве операции вытяжки, во время которой слой окалины отделяется, часть его вдавливается в изделие, а часть пристает к инструменту, делая его шероховатым. Таким образом в результате окисления поверхности у заготовок уменьшается стойкость инструмента, ухудшаются качественные показатели производства и увеличивается потребное усилие для производства операций.

Окислы с поверхности заготовки могут быть удалены тремя способами: 1) механическим, 2) химическим, 3) электрохимическим.

На патронных заводах, как правило, применяется химический способ.

Химическим травлением называется процесс удаления с поверхности металла окислов путем погружения изделия в растворы кислот, кислых солей или щелочей, реагирующих с окислами данного металла.

Скорость растворения окислов зависит от:

а) состава и структуры окислов,

б) природы кислоты,

в) концентрации и температуры кислоты.

На патронных заводах для травления черных и цветных металлов применяют следующие виды технической серной кислоты.

Кислоты	Содержание моногидрата не менее, %	Удельный вес *кг/л*
Камерная	65	1,56
Башенная или регенеративная	75	1,67

Для травления применяется раствор серной кислоты от 5 до 15%, подогретый до температуры 60—80°.

Серная кислота может быть заменена соляной.

Исключение составляют сильно окисленные латунные полосы, для травления которых рационально применять 10—15%-ный водный раствор азотной кислоты с добавкой 1—3% хромового ангидрида.

При травлении черных металлов в целях устранения возможной травильной хрупкости, а главное — значительного снижения расхода кислоты, рекомендуется в травильный раствор добавлять специальные присадки. Присадками при травлении называются органические соединения, дающие в водном растворе ассоциирование группы молекул. Эти соединения, будучи стойкими коллоидами, не изменяют своих специфических свойств под действием температуры, кислотности и выделяющегося водорода.

Наиболее распространенными присадками являются препарат КС, сульфинированная кровь, сульфошлям. Препарат КС изготовляется из отходов животного происхождения, богатых белками. Препарат КС, введенный в ванну, понижает расход кислоты и снижает интенсивность растворения металла.

Это объясняется тем, что КС безразлично относится к окалине, адсорбируется на металлической поверхности, давая тончайшую мономолекулярного порядка пленку. Полного прекращения растворения металла кислотой присадка не дает, что является положительным явлением, так как тогда прекратилось бы выделение водорода, а значит, и отрывание окалины. Аналогично действуют и два названные ранее нами присадка — сульфинированная кровь и сульфошлям. Кроме этого, они дешевы и поэтому их целесообразно применять.

Сульфинированная кровь представляет собой жидкость бурого цвета с небольшим количеством бурых хлопьевидных частей. Приготовляется она из крови, воды и серной кислоты в пропорции 400 *л* крови, 300 *л* серной кислоты, 500 *л* воды. Эта смесь нагревается до температуры 70—75° в течение 90 мин., затем охлажденная смесь фильтруется.

Сульфошлям (шлямом называется внутренняя слизистая поверхность кишок животных) представляет жидкость бурого цвета, приготовленную путем добавления к серной кислоте в равном объеме шляма, сульфинируемую при температуре 75—78° в течение 3 час.

В процессе травления особое внимание должно быть обращено на контроль травильного раствора. Контроль следует производить пять-шесть раз в смену. Контролировать травильный раствор можно:

а) по удельному весу,

б) нейтрализацией раствором щелочи.

Наиболее точным, хотя и более длительным, является второй способ.

После травления полуфабрикат следует тщательно промыть в проточной воде для удаления следов кислоты, так как наличие последней на поверхности полуфабриката вызывает:

а) быстрое разрушение инструмента,

б) самопроизвольное растрескивание латунного полуфабриката при хранении.

Самопроизвольное растрескивание латунных изделий, конечно, не является только результатом оставшихся следов кислоты. Безусловно, это явление — результат остаточных вредных напряжений после формоизменения. Следы же кислоты вызывают это явление.

Поэтому полуфабрикат необходимо тщательно промывать, в особенности, если он по условиям производства не может быть быстро пущен в работу.

На некоторых иностранных заводах при изготовлении гильз из латуни применяют, помимо обычного травления после отжига, декоративное травление для придания поверхности гильзы яркожелтого цвета. Травление производится перед последней вытяжкой в 7%-ном растворе серной кислоты, к которому на каждые 20 *л* раствора добавляют 0,48 *кг* двухромокислого натрия. Раствор при травлении подогревается до температуры 50—60°.

§ 3. Технология обезжиривания

Химическим обезжириванием называется процесс очистки поверхности изделия от внешних жировых загрязнений путем погружения его в щелочные растворы или в органические растворители.

Жирные вещества, покрывающие поверхность изделий, делятся на две основных группы: а) омыляемые, б) неомыляемые.

К первой группе относятся все растительные и животные жиры. Эти жиры называются омыляемыми потому, что, являясь эфирами жирных кислот, они под действием щелочи расщепляются и дают мыла, представляющие собой растворимые в виде соли жирные кислоты.

Ко второй группе жиров относятся минеральные масла, вазелин и смазочные масла, принадлежащие к классу углеводородов; под действием щелочей жиры этой группы химически не расщепляются и поэтому называются неомыляемыми.

Из сказанного следует, что удаление жиров первой группы происходит в результате их химического расщепления и превращения в вещество, обладающее другими свойствами.

Жиры второй группы химически не расщепляются щелочами, но при известных условиях щелочной обработки дают эмульсии, которые легко отделяются от поверхности металла. Для активизации обезжиривания поверхности металла от неомыляемых жиров в щелочной раствор добавляют поверхностно активные вещества или эмульгаторы и вызывают движение слоев жидкости вследствие нагревания, перетекания раствора или перемешивания его мешалками. Эмульгаторами,

служащими добавками к щелочному раствору, могут быть жидкое стекло, мыло, белковые вещества, декстрин, клей и т. д.

При омылении и эмульсировании жиров и масел не обязательно употребление растворов едких щелочей, можно также применять специальные органические растворители, например, бензин, газолин, трихлоратилен. Особенно ценным является трихлоратилен, отличающийся невоспламеняемостью, отсутствием разрушающего действия на металл и высокой способностью растворять жиры.

Изделия патронной промышленности обезжиривают в специальных установках; процесс этот складывается из ряда операций:

1) промывка в горячей воде;
2) обезжиривание в щелочном растворе;
3) промывка в горячей воде (ополаскивание);
4) обезвоживание;
5) сушка.

Состав щелочных растворов для обезжиривания зависит от характера изделий (металла) и применяемых при вытяжке или обжиме смазочных веществ.

Необходимым условием нормального ведения процесса обезжирования является контроль за концентрацией щелочного раствора. Слабый раствор не удаляет жировой покров, а высоко концентрированный раствор на поверхности стальных изделий дает окисные пленки в виде побежалости, которые при операциях формоизменения вызывают повышенный процент брака и износ инструмента. При обезжиривании латунных изделий концентрированные растворы способствуют разрушению поверхности изделия.

Контроль растворов производится нейтрализацией растворами щелочи.

Качество обезжиривания изделия проверяют смачиванием их поверхности водой.

Если после погружения в воду жиры собираются на поверхности изделия в капли, то обезжиривание проведено плохо.

§ 4. Технология омеднения

Омеднение только стальных изделий производится сразу же после промывки; для этого изделие погружают в барабан с омеднительным раствором. Для равномерного покрытия полуфабриката медью после каждого приема омеднения барабан вращают без воды в течение 5—8 мин. Если при первом приеме омеднение получилось нормальное, вторичное омеднение не производится; раствор собирают для дальнейшего использования в противень, который ставят под барабан. После омеднения полуфабрикат промывают в проточной воде в течение 2—3 мин. Омедненный полуфабрикат хранится в мыльной эмульсии. Состав омеднителя медного купороса: 7 *кг* серной кислоты, 6—8 *л* поваренной соли, 1,5 *кг* столярного клея на 80—100 *л* воды. Раствор-омеднитель приготовляют так: в горячей воде растворяют медный купорос и охлаждают его. Отдельно готовят раствор поваренной соли. В охлажденный раствор медного купороса вливают серную кислоту и раствор поваренной соли. Столярный клей разводят в горячей воде и вливают в раствор омеднителя.

§ 5. Бондеризация (фосфатирование)

Эта операция применяется только при изготовлении деталей из стали. Из предыдущего известно, что при травлении образуются легко растворимые соли железа. Промывкой (водой) эти соли не могут быть

полностью удалены из пор металла, вследствие чего изделие быстро ржавеет. Если травление производить в горячем растворе фосфорной кислоты, то на поверхности изделия образуется тончайшая нерастворимая пленка фосфорнокислого железа (фосфат железа), защищающая изделие от ржавления. Защитное действие такой пленки (фосфата) невелико, но оно, как показали опыты, может быть усилено применением растворов фосфорнокислых солей металлов. Так, например, в практике ряда американских заводов в состав фосфатного покрытия входит фосфат железа, марганца и меди; на немецких заводах — фосфат железа и цинка. При обработке изделия такими растворами на поверхности его образуется покрытие, которое кроме фосфорнокислого железа содержит и другие фосфаты — фосфорнокислый цинк или фосфорнокислый марганец. Все эти химические соединения вследствие их нерастворимости в воде и плотного прилегания изолируют изделие от действия влаги и воздуха, являясь хорошей и удобной защитой против ржавления в атмосферных условиях. Однако полученный на поверхности фосфатный слой сам по себе еще не является надежной защитой и требует дополнительной обработки, которая для гильз сводится к лакированию. Поверхность покрытия после обработки в этих растворах пористая, что придает фосфатному слою всасывающие и удерживающие свойства. Это — весьма важное обстоятельство, потому что помимо прочного удерживания лакового покрытия в готовом изделии удерживается также и смазка при обработке давлением, т. е. при вытяжке, обжиме и т. д. Кроме этих свойств, и сам слой покрытия является густой смазкой.

Изделие после бондеризации изменяет свой цвет и размеры. Цвет поверхности покрытия зависит от состава раствора. Если в состав раствора входит фосфат железа и марганца или цинка, цвет покрытия колеблется от светлого до темносерого, а если входит еще и фосфат меди — цвет переходит в темнокрасный.

Изменение линейных размеров изделия в связи с бондеризацией колеблется в пределах от 12 до 20 μ (по диаметру).

Толщина слоя покрытия зависит от:

а) способа покрытия, т. е. от того, производится ли холодная или горячая бондеризация (при горячей бондеризации может быть получен более толстый слой, чем при холодной);

б) времени нахождения изделия в растворе, что и подтверждается следующими опытными данными немецких заводов.

Раствор для бондеризации	Время погружения, мин.	Толщина слоя в микронах
Бондер-2	1	6,8
То же	2	8,1
» »	3	8,6
» »	5	8,9

При холодной бондеризации толщина слоя возрастает по линейному закону.

Образование слоя зависит от:

1) состава стали; содержание углерода незначительно изменяет толщину слоя, хром и другие легирующие примеси улучшают образование слоя;

2) физического состояния поверхности изделия; гладкие поверхности способствуют образованию грубых фосфатных слоев, а шероховатые — ровных слоев; твердость поверхности изделия и степень чистоты его обработки также влияют на образование слоя;

3) предварительной обработки поверхности изделия; обезжиривание в щелочных растворах дает крупнозернистые слои, а органические удалители жиров дают мелкозернистые слои покрытия;

4) процесса бондеризации, т. е. концентрации раствора, температуры раствора, температуры загружаемых изделий в раствор и характера перемещения изделий в бондеризационной ванне (растворе).

Бондеризация, как показал длительный опыт работы патронных заводов Германии, имеет значительные преимущества перед контактным омеднением. Основные преимущества заключаются в повышенном сроке службы инструментов, сокращении технологического цикла обработки, уменьшении затрат энергии и, наконец, в экономии смазочных материалов. При бондеризации вместо дорогостоящих материалов, входящих в состав смазки, для вытяжки стали применяются обычные мыльные растворы.

В процессе производства металлических элементов патрона бондеризация применяется для предохранения:

1) металлических элементов от ржавления в процессе изготовления и создания условий для обработки давлением (получения прочного слоя смазки);

2) от ржавления в процессе изготовления и создания условий, обеспечивающих прочное удерживание лакового покрытия.

Существует два способа бондеризации: горячая и холодная. Практика работы патронных заводов Германии показывает, что оба способа почти равноценны. Рассмотрим условия их применения.

В тех случаях, когда изделие (полуфабрикат) подвергают термической обработке и оно поступает на вытяжку, обжим, общий цикл операции состоит из:

а) травления в 4—10%-ном водном растворе серной или соляной кислоты, подогреваемом до 60—80°;

б) промывки в холодной проточной воде;

в) промывки в горячей воде (температура 70—90°);

г) обезжиривания в горячем щелочном растворе, состоящем из 1—2% каустической соды, 5—10% кальцинированной соды и 0,5% жидкого стекла (температура 60—80°);

д) промывки в горячей воде (температура 70—90°) для подогрева изделий;

е) горячей бондеризации в растворе (температура 80—90°);

ж) промывки в холодной проточной воде;

з) промывки в горячем растворе мыла или извести (температура 60°);

и) сушки при температуре 200—250°.

В тех случаях, когда изделие (полуфабрикат) не подвергается термической обработке, общий цикл операций сокращается и травление, промывка в проточной воде и горячая промывка не применяются (операции а, б и в).

Если же изделие поступает на лакировку, его не следует промывать в горячем растворе мыла или извести.

При переходе на холодную бондеризацию последовательность операций для всех разобранных случаев сохраняется, и разница состоит только в том, что раствор для бондеризации имеет температуру 20—30°, а следовательно, и меньше температура воды на предшествующей операции.

холодная бондеризация имеет ряд преимуществ перед горячей; основные из них: исключаются высокие температуры, уменьшаются отложения на стенках ванны и применяются более простые по конструкции и материалу ванны (железные, деревянные, керамические).

Успешное ведение процесса бондеризации зависит от концентрации раствора, состояния поверхности бондеризуемого изделия, состояния ванн и соблюдения режима бондеризации и предшествующих ей операций.

Концентрация раствора должна не только правильно составляться, но и систематически контролироваться. В тех случаях, когда раствор обедняется, его следует усиливать путем добавки свежего раствора.

Необходимо для цехового персонала составить таблицы добавок химикатов для достижения требуемой концентрации растворов. Очевидно, что такая таблица будет включать данные об исходных материалах, применяемых для бондеризации, характере изделий и наблюдений за поведением бондеризационного слоя и его влияния на процессы обработки давлением или предохранения изделий от ржавления после лакирования. Состояние поверхности бондеризуемых изделий должно тщательно контролироваться; недопустимы жировые пятна, окалины и другие загрязнения. Ванны должны систематически подвергаться чистке, а режимы контролироваться.

В заключение укажем, что удаление фосфатной пленки, если это почему-либо необходимо, может производиться в 10%-ном растворе серной кислоты, подогретом до 45—60° в течение 2—4 мин.

ГЛАВА XVII

КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ

§ 1. Общие сведения

В производстве патронов для стрелкового оружия изготовление элементов патронов основано на принципе их полной взаимозаменяемости: детали патронов и патроны должны быть изготовлены с одинаковыми размерами в пределах заданных допусков. Величина допуска определяется в зависимости от условий работы той или иной детали патрона и патрона в целом. Помимо линейных размеров, в производстве патронов исключительное значение имеет состояние поверхности деталей патрона, т. е. отсутствие поверхностных пороков, могущих повлиять на прочность, боевые действия или свойства при длительном хранении на складах.

Основное назначение контроля — обеспечение взаимозаменяемости и хорошего качества деталей патрона и патрона в целом.

Система контроля должна быть такой, чтобы она могла предотвратить брак и обеспечить быстрое устранение дефектов, обнаруживаемых в процессе производства.

В процессе производства элементов патрона контроль включает:

1. Выборочный (выемочный) контроль линейных размеров и состояния поверхности, а в ряде случаев — веса, твердости структуры в процессе производства каждой операции.

Число выемок за 8 час. и их размер, т. е. количество полуфабрикатов в выемке, зависит от характера операции и контролируемых параметров.

Ориентировочно можно принять для операций:

	Число выемок	Количество изделий в выемке
а) по механической обработке без снятия стружки и со снятием стружки в целях контроля размеров и состояния поверхности	до 50	15—20
б) по термической обработке в целях контроля твердости структуры	10—12	5
	3—4	5
в) вспомогательных операций в целях контроля состояния поверхности	15—20	20—30

Очевидно, что после смены одного инструмента или всего комплекта обновления растворов необходимо проверить и состояние поверхности полуфабриката.

2. Окончательный контроль 100% деталей по размерам, правильности формы и состояния поверхности.

3. Выемочный контроль ОТК завода при передаче элементов патрона на снаряжение и готовых патронов заказчику (табл. 113).

Таблица 113

Количество изделий в выемке от предъявляемой партии, %

Объект контроля	Элементы и размер выемки, %					
	гильзы	пульные оболочки	стаканчики, трубчатые сердечники	свинцовые рубашки	свинцовые сердечники	бронебойные сердечники
Линейные размеры	3–5	5–10	3–5	—	—	3–5
Состояние поверхности	8–15	10–12	5–10	3–5	3–5	8–10
Вес						
Твердость	0,05–0,06	0,03–0,05	—	—	—	1–2
Вредные напряжения в латунных изделиях	20–40 от партии	—	—	—	—	—

§ 2. Контроль элементов патрона

Контроль элементов патрона включает:

а) контроль поверхности элементов патрона;

б) контроль правильности формы линейных размеров и веса (если это предусмотрено техническими условиями) элементов патрона.

А. Контроль поверхности элементов патрона

Контроль поверхности изготовленных элементов патрона необходим для изоляции из общего потока изделий, имеющих дефекты, которые могут снизить боевые качества, вызвать разрушение при выстреле или хранении и, наконец, увеличить брак при монтаже пуль и снаряжении патронов.

Ниже приводятся наиболее характерные виды дефектов по основным металлическим элементам патрона, обнаруживаемых при контроле поверхности.

I. ГИЛЬЗА

а) Недопустимые дефекты на поверхности в гильзах

1. Трещины на шляпке.
2. Сквозные отверстия и трещины на поверхности гильзы за исключением отверстий по дульцу, закрываемых пулей.
3. Складки по корпусу гильзы.
4. Выхваченный край дульца.
5. Резкие помятости на корпусе.
6. Царапины по корпусу и скату.
7. Плены на поверхности.

8. Гильзы без затравочных отверстий, с одним затравочным отверстием, с тремя и более трех затравочными отверстиями, со сломанными сверлами или иголками в отверстиях.

9. Надрывы перегородки и царапины в капсюльном гнезде.

б) Дефекты в гильзах, допускаемые с ограничением

1. Складки на дульце гильзы.
2. Недоштамповка края шляпки.
3. Складки и незначительные по длине (не более 0,5 *мм*) трещины по обрезу дульца.
4. Дробленая поверхность по шейке и по поверхности шляпки.
5. Незначительные забоины и отпечатки на шляпке.
6. Незначительные пятна в результате недостаточной протирки по поверхности гильзы.

II. ПУЛЬНАЯ ОБОЛОЧКА

а) Недопустимые дефекты по поверхности пульной оболочки

1. Сквозные отверстия и трещины.
2. Необрезанные пульные оболочки или с неотделенным отходом после обрезки.
3. Выхваченный край по обрезу.
4. Прорвана вершинка, грибок на вершинке.
5. Грязные и с пятнами пульные оболочки.
6. Складки по поверхности.
7. Колечки или стружки внутри оболочки.
8. Тупая вершинка.
9. Оболочка, не расправленная со стороны обреза и с заусенцами, загнутыми внутрь оболочки.

б) Дефекты в оболочках, допускаемые с ограничением

1. Плены и незначительные нарушения плакировки.
2. Незначительные помятости на оживальной части.
3. Незначительные трещины — не более 0,5 *мм* по обрезу.

III. СВИНЦОВЫЕ РУБАШКИ

а) Недопустимые дефекты по поверхности свинцовых рубашек

1. Выхваченные края, неровные и косые кромки после обрезки.
2. Отверстия, трещины, складки и царапины на поверхности рубашки.
3. Мятые рубашки и отпечатки на поверхности.
4. Грязные свинцовые рубашки.
5. Рубашки с колечками или стружками внутри.

б) Дефекты в рубашках, допускаемые с ограничением

Темные пятна на поверхности рубашки.

IV. СЕРДЕЧНИКИ СВИНЦОВЫЕ ИЗ МЯГКОЙ СТАЛИ

Недопустимые дефекты по поверхности сердечника

1. Бесформенные сердечники — куски.
2. Сердечники без вершинок (только для свинцовых).
3. Заусенцы по кромке сердечника.
4. Кривые сердечники с выбоинами и раковинами (только для стальных).

V. СТАЛЬНЫЕ БРОНЕБОЙНЫЕ СЕРДЕЧНИКИ

Недопустимые дефекты по поверхности сердечника

1. Продольные и поперечные трещины.
2. Обломанная вершина сердечника.
3. Неровный торец сердечника.
4. Грубые риски по поверхности.

Контроль ОТК принимает изделия согласно действующим техническим условиям. Технические условия, которыми пользуется ОТК при приеме элементов патрона, отличаются от технических условий

Фиг. 275. Станок для осмотра гильз.

заказчика более жесткими требованиями. Кроме того, номенклатура допускаемых дефектов при приеме ОТК завода шире, чем при контроле в процессе производства.

Примечание. Для более точного определения характера того или иного дефекта следует составить эталоны поверхностных пороков.

Контроль поверхностных пороков осуществляется двумя способами:

1) осмотром внешним (визуальным) без специальных приспособлений;

2) осмотром на специальных станках или приспособлениях.

Внешний осмотр в настоящее время в промышленности как СССР, так и заводов США и других стран является основным.

Для ускорения осмотра применяется ряд устройств, например, для осмотра гильз применяют специальные станки с зеркалами — специальные транспортеры, в которых набор гильз, перемещение и необходимый для осмотра поворот вокруг оси осуществляются автоматически. Таким образом роль рабочего сводится только к осмотру поверхности и удалению изделий с дефектами. На фиг. 275 показан станок для осмотра гильз, применяемый в США. Гильзы перемещаются и вращаются вокруг собственной оси двумя винтовыми транспортерами, вра-

щающимися в противоположных направлениях. Зеркала, помещенные сверху и снизу, позволяют видеть дефекты по всей поверхности гильзы. Дефекты удаляются вручную.

Различные приспособления позволяют ускорить осмотр в 1,5—2 раза и исключают появление на поверхности осматриваемых изделий пятен и потемнения поверхности вследствие корродирующего действия пота рук.

К контролерам, производящим осмотр, предъявляется ряд требований: 1) острота зрения, 2) гибкость рук (проворность), 3) отсутствие (или малое) потовыделения.

Последние два требования важны при осмотре без применения приспособлений.

Исследование пота показало, что количество и состав пота у разных лиц, а также у одних и тех же лиц в разное время года — разные. В состав пота рук входят неорганические и органические вещества. Из всех веществ, входящих в состав пота, наибольшую коррозию металла вызывает поваренная соль, что видно из табл. 114.

Таблица 114

Состав и коррозирующее действие пота

Рабочий	Содержание раствора пота		Коррозия в баллах
	поваренная соль, *г*	органическая кислота, *г*	
×	0,003	5,10	0,2
×	0,005	4,99	0,3
×	0,009	3,95	2,9
×	0,92	0,82	3,5

Как показали исследования, пот представляет сильный электролит, состоящий из хлористого натрия и органических кислот, а эти вещества, как известно, способствуют разрушению металла. Скорость разрушения поверхностного слоя металла от пота зависит от температуры и степени насыщенности воздуха влагой в помещении, где находятся зараженные потом металлические детали.

С увеличением относительной влажности воздуха в помещении корродирующее действие пота уменьшается, так как поваренная соль, интенсивно поглощая влагу из воздуха, растворяется в ней и начинает диссоциироваться. Вследствие диссоциации хлористого натрия на ионы натрия и хлора ионы последнего активно начинают разрушать поверхность металла. В атмосфере, где относительная влажность ниже 40% при температуре 16—18°, корродирующего действия пота на металл почти не замечается.

В зимний период вследствие снижения температуры и понижения влажности воздуха в цехах уменьшается потоотделение с ладоней рук; соответственно этому зимой резко понижается коррозия на изделиях.

Летом же с повышением температуры воздуха в цехах, где отсутствует нормальная вентиляция, увеличивается относительная влажность воздуха вследствие испарения охлаждающей жидкости, применяемой на станках, повышается и потоотделение с рук рабочих, в результате

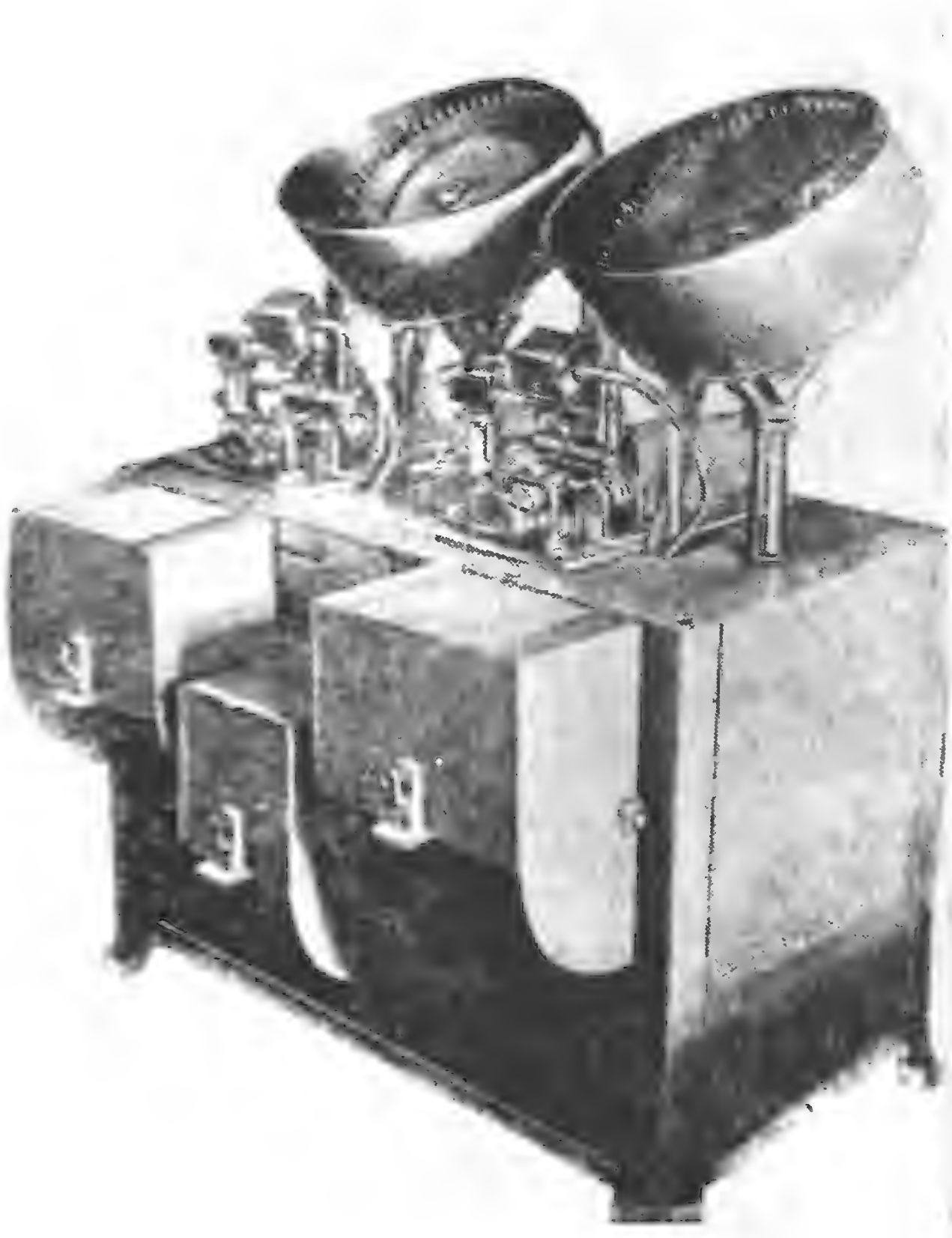
чего появляется коррозия на изделиях, принимающая летом массовый характер (табл. 115).

Таблица 115

Влияние времени года на появление коррозии в результате потовыделения

Месяц	Средняя температура в цехах °С	Средняя относительная влажность воздуха %	Состояние коррозии на изделиях
Декабрь	17	20	Случаи коррозии редки
Март	18,5	58	Наблюдается рост коррозии
Август	25	70	Массовая коррозия

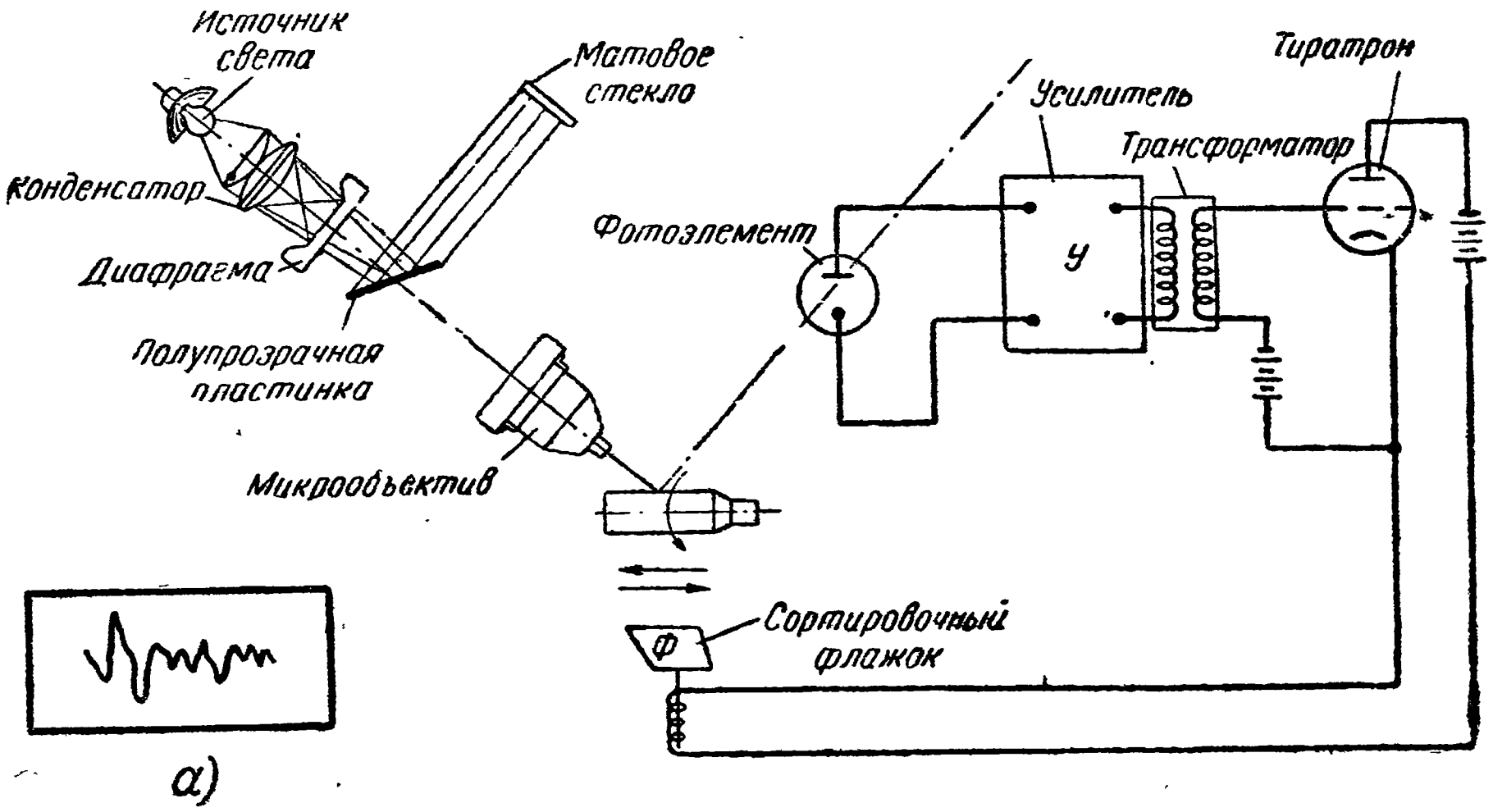
За последний период времени имеется ряд попыток к полной автоматизации контроля поверхности.



Фиг. 276. Станок для осмотра гильз конструкции инж. Телишевского.

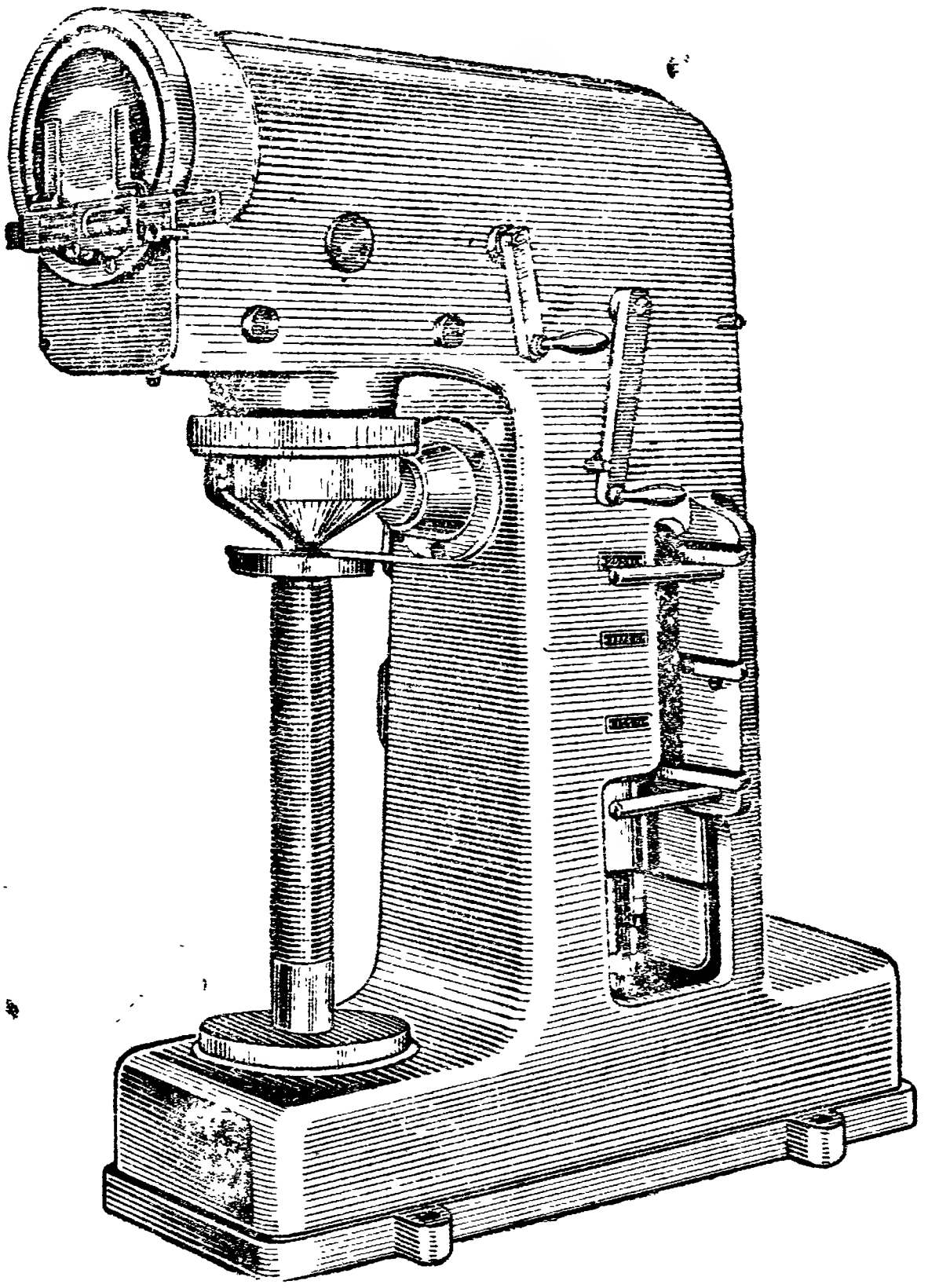
Приводим описание первого образца станка для автоматического контроля пистолетных гильз, разработанного инж. В. Е. Телишевским (Академия наук СССР).

Станок построен на следующем принципе (фиг. 276).



а)—форма сигнала.

Фиг. 277. Схема станка осмотра.



Фиг. 278. Прибор для измерения твердости.

Подлежащая контролю гильза или подобное ей изделие приводится в быстрое вращение перед неподвижным световым штрихом (фиг. 277). Световой штрих размером 0,2×1 *мм* создается специальной оптической системой, состоящей из лампы накаливания 30 ватт, двух линз, диафрагмы, микрообъектива. Световой поток, создаваемый этим штрихом, отражается от испытуемой поверхности и попадает на фотоэлемент.

При отсутствии изъянов на вращающемся изделии количество отраженного света будет оставаться постоянным. При наличии изъяна или трещины количество отраженного света от поверхности гильзы изменяется, что приводит к изменению тока фотоэлементов. Для усиления модуляции фототока служит усилитель *U*, являющийся делителем переменного тока низкой частоты.

Усилитель имеет трансформаторный выход. При наличии изъянов на испытуемой поверхности на зажимах выходного трансформатора индуктируется электродвижущая сила.

Форма этого сигнала показана на фиг. 277,*а*.

Пик напряжения на зажимах трансформатора достигает 50—60 *в*. Сигнал служит отпирающим напряжением для тиратрона. Таким образом при наличии сигнала на выходе усилителя запирается тиратрон, сетка которого нормально находится под некоторым потенциалом, недостаточным, однако, для загорания тиратрона.

В анодную цепь тиратрона включена сортировочная катушка, которая перемещает флажок, вследствие чего изделие попадает в другой ящик.

На этом принципе возможна разработка станков и для других элементов патрона.

Б. Контроль вредных напряжений, твердости и удельного веса

Контроль вредных напряжений производится только для латунных гильз. Для выявления способности латуни к самопроизвольному растрескиванию под влиянием внутренних напряжений можно применять ртуть и ее соли, аммиак и т. д.

В практике американских патронных заводов для контроля способности латунных гильз к самопроизвольному растрескиванию применяют водный раствор с 1% азотно-кислой ртути $HgNO_3$ и однопроцентной азотной кислоты HNO_3.

Процесс испытания протекает в следующей последовательности.

В испытываемые гильзы на ручном прессе вставляют пули (пули для этой цели берут из бракованных по поверхности). Перед испытанием гильзы со вставленными пулями для тщательной очистки погружают на 30 сек. в 40%-ный раствор азотной кислоты и промывают в проточной холодной воде. Затем их погружают на 15 мин. в раствор азотной кислоты. После этого гильзы тщательно промывают и осматривают для выявления трещин и определения их характера. Если гильзы при погружении в раствор начинают трескаться сразу после погружения, причем растрескивание сопровождается отчетливо различимым звуком, целесообразно всю партию гильз подвергнуть отжигу для снятия напряжения.

Гильзы же, давшие после всего времени испытания лишь микроскопически малые трещины, могут быть допущены к снаряжению, потому что можно ожидать, что при различных атмосферных условиях такие гильзы не будут давать трещин весьма продолжительное время.

По характеру трещин можно судить о их природе, так как самопроизвольное растрескивание дает межкристаллические трещины, а

внутрикристаллические трещины являются результатом превышения предела упругости.

Описанное испытание эффективно и, как показал опыт, гильзы, пробывшие в растворе 5 мин., стареют, как после пятилетнего хранения в нормальных условиях.

Очевидно, что контролируется не весь поток гильз, а только несколько штук (обычно от партии 20—40 гильз).

Контроль на твердость производится независимо от материала для всех гильз, пульных оболочек сердечников из мягкой стали, сердечников бронебойных из стали и металлокерамических сплавов.

Твердость гильз проверяют для установления соответствия твердости изготовляемых гильз твердости, требуемой по техническим условиям. Контроль производится по образующей гильзе через каждые 5 *мм*. Полученные результаты наносятся на график.

Пульные оболочки и сердечники контролируют на твердость только по ведущей части.

Контроль на твердость гильз и оболочек производится на приборах Виккерса или на специальном приборе, показанном на фиг. 278. Прибор для испытания твердости, получивший в Германии название «диатестора», обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с известными приборами Бринеля, Виккерса и Роквелла.

Прибор позволяет:

а) производить на одном приборе испытания на твердость по способам Бринеля, Виккерса и Роквелла;

б) затрачивать меньше времени по определению числа твердости, потому что необходимые данные проектируются на экране в процессе испытания;

в) многократно увеличивать размер отпечатка, полученного в результате испытания, и контролировать тонкостенные изделия, требующие малой нагрузки при испытании.

Станина прибора литая и имеет жесткую конструкцию, что исключает деформацию ее в процессе испытания, а следовательно, и влияние деформации на точность результатов испытания твердости.

Мерительное приспособление непосредственно связано с устройством, несущим шарик или алмазную пирамиду, которое, будучи полым, позволяет после снятия нагрузки и включения оптического прибора получить на матовом диске увеличенное от 20 до 140 раз изображение отпечатка, которое легко может быть измерено.

Измерение отпечатка может быть проведено в миллиметрах или в числах твердости.

При установлении режима работы прибора, т. е. выбора диаметра шарика и нагрузки, следует пользоваться приводимыми ниже данными.

Толщина стенок образца *мм*	Диаметр шарика *мм*	$P=30D^2$	$P=10D^2$	$P=5D^2$	$P=2,5D^2$
		сталь незакаленная	латунь, медь, алюминий	мягкая медь, баббит	свинец и свинцовые сплавы
6	10	3000	1000	500	250
Не ниже 3	5	750	250	125	62,5
» » 1,2	2,5	187,5	62,5	31,25	15,625
» » 0,6	1,25	46,875	15,625	7,812	3,906
» » 0,4	0,125	11,72	3,906	1,953	0,977

Заметим, что соотношение между нагрузкой и диаметром шарика нужно выбирать с таким расчетом, чтобы диаметр отпечатка составлял от 0,2 до 0,7 D, где D — диаметр шарика в *мм*.

В случае же применения алмаза нагрузок свыше 120 *кг* следует избегать, так как при таких нагрузках алмаз выкрашивается; при испытании тонких материалов нагрузка должна быть такой, чтобы полученная диагональ была меньше толщины стенки испытываемого изделия.

Практика работы на «диа-тесторе» показывает, что в течение часа можно испытать до 100 изделий, в особенности, когда определяются только числа твердости в пределах заданных величин; при этом замера отпечатка не производится.

Увеличение проектируемого отпечатка должно выбираться в соответствии с размерами элемента, производящего вдавливание. Хорошие результаты получаются при следующих увеличениях:

Диаметр шарика, *мм*	5	2,5	1,75	0,625
Увеличение	20	70	140	140

Твердость бронебойных сердечников проверяется на приборах Роквелла по шкале С или на «дио-тесторе», контроль на твердость выемочный.

Контроль удельного веса производится только для металлокерамических сердечников, причем проверяется удельный вес каждого сердечника в отдельности. Сердечники взвешивают на аналитических весах с точностью до 1 *мг* в воздухе и в воде. На поверхности сердечников не должно оставаться заметных пузырьков воздуха при взвешивании в воде.

Удельный вес рассчитывают по следующей формуле:

$$\frac{Q}{Q-q},$$

где Q — вес изделия в воздухе;
q — вес изделия в воде.

Удельный вес спеченного изделия должен соответствовать постоянным данным каждой партии смеси, например, для РЭНИКС-6 не ниже 14,70.

Проверяют удельный вес двух-трех сердечников от лодочки; если среди них встречается сердечник с низким удельным весом, то проверяется вес всей лодочки, т. е. 100% загрузки печи. Сердечники с низким удельным весом бракуют и возвращают на допекание; если обнаружен пережог, который можно определить по наружному виду или излому изделия, сердечник окончательно бракуется.

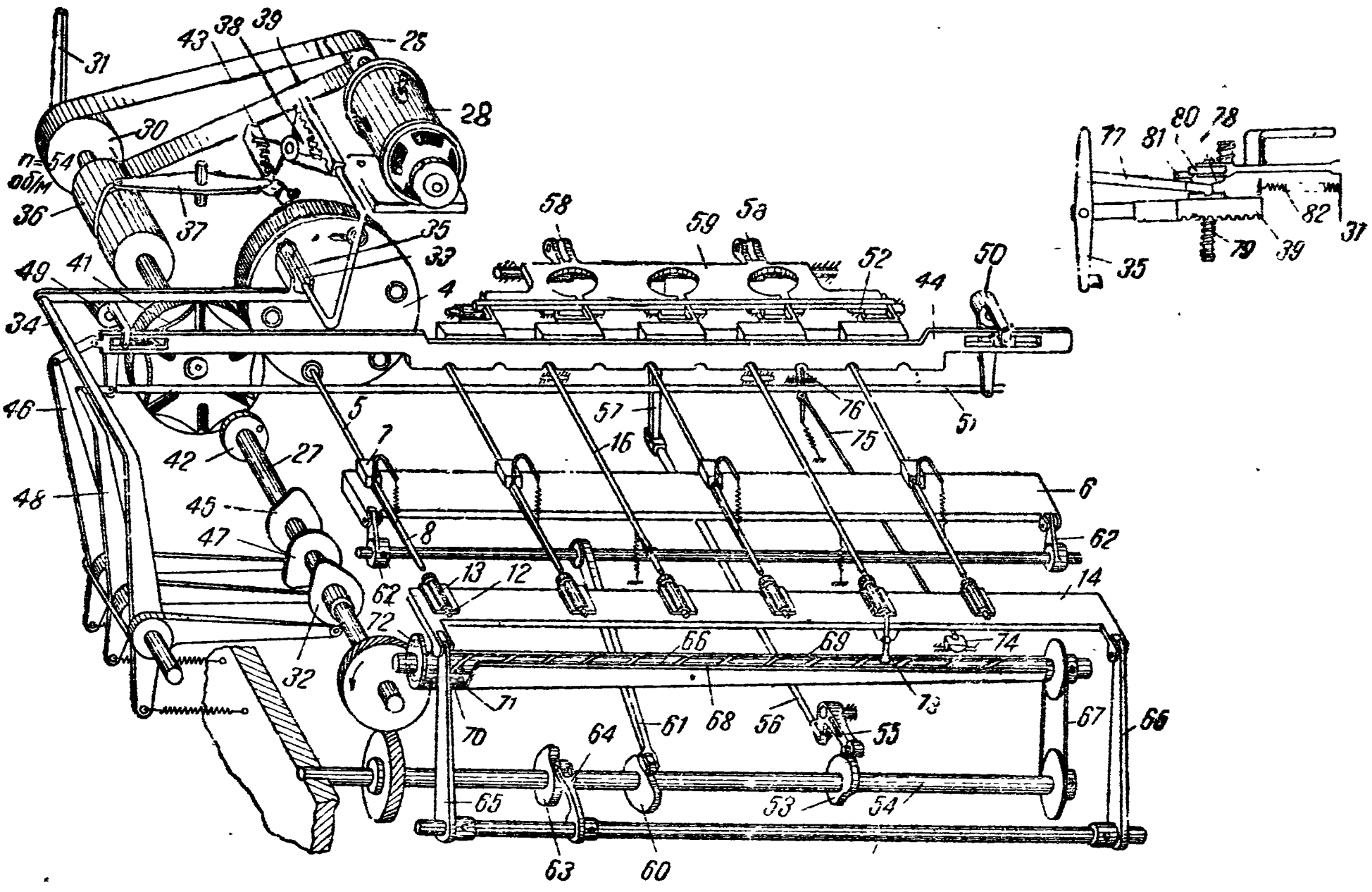
В. Контроль линейных размеров

Контроль линейных размеров металлических элементов патрона производится тремя способами: а) ручным, б) ручным с частичной механизацией отдельных измерений, в) автоматизированным.

Ручной способ контроля следует применять в исключительных случаях для проверки линейных размеров готовых изделий при выемочном контроле, осуществляемом ОТК завода. Конструкции мерителей, применяемых при ручном контроле, приводились при описании операции по изготовлению металлических элементов патрона.

В тех случаях, когда контроль отдельного размера или ряда размеров проводится для всего потока изделий, а в ряде случаев — и при выемочном контроле готовых изделий, наиболее целесообразным является контроль на автоматических станках.

Конструкции станков для контроля элементов патрона весьма разнообразны. В гл. II был описан станок для контроля винтовочных гильз. Для этой же цели могут быть применены и станки фирмы Вотербери Форель Фаундри, а для гильз крупного калибра — станки, изготовляемые заводом им. Володарского по проекту Института автоматики и телемеханики Академии наук СССР.



Фиг. 279. Кинематическая схема контрольного автомата Вотербери.

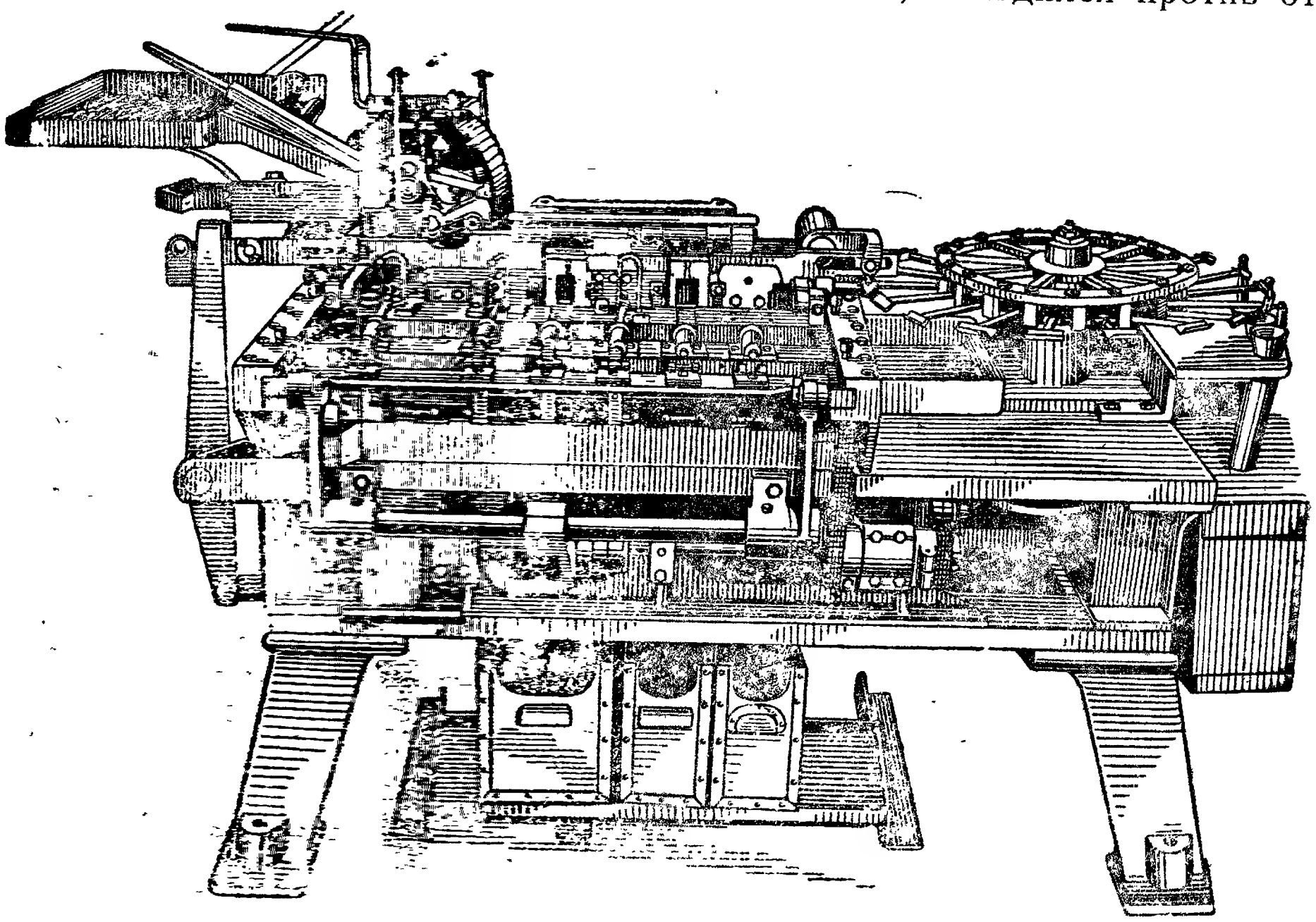
Первый из описываемых станков выпускается фирмой для патронов, но при незначительном изменении конструкции он может быть успешно применен и для гильз.

Станок фирмы Вотербери (фиг. 279, 280) предназначен для контроля следующих размеров винтовочных патронов: вхождения в камору, длины, диаметра корпуса у шляпки, высоты посадки капсюля, диаметра шляпки, толщины шляпки и веса.

Схемы промеров показаны на фиг. 281 (на фиг. 279 и 281 одинаковые детали обозначены одними и теми же цифрами). Рассмотрим устройство и действие первой измерительной позиции, которая контролируется вхождением патрона в камеру. Составная камора *1* закреплена в корпусе *2* при помощи гайки *3*. Корпус *2* ввинчен в диск *4*, который периодически поворачивается относительно горизонтальной оси на шестую часть оборота, соответственно количеству закрепленных в них камор. Каморы регулируют по эталонному патрону (шашке) и индикатору, оправка которого прикрепляется к неподвижной стойке, находящейся в станке перед диском *4*. Найденное положение фиксируется стопором.

После того как камора с очередным патроном вследствие поворота диска *4* оказалась против измерительного стержня *5*, плита *6* перемещается поступательно по направлению к контролируемому патрону

вместе с жестко закрепленным на ней корпусом *7*, в котором смонтированы направляющая втулка стержня *5* и рычаг *8* (на этой же плите закреплены совершенно аналогичные узлы измерительных позиций *II*, *IV* и *VI*). Плита *6*, переместившись на строго определенную величину, заставляет стержень *5* упереться в шляпку патрона и нажать другим своим концом на упор *9*, повернув при этом рычаг *8* на некоторый угол, зависящий от величины вхождения данного патрона в камору. Упор *9* должен быть отрегулирован при помощи эталона таким образом, чтобы при нормальных размерах патрона конец рычага *8*, снабженный стальным закаленным наконечником *10*, находился против от-



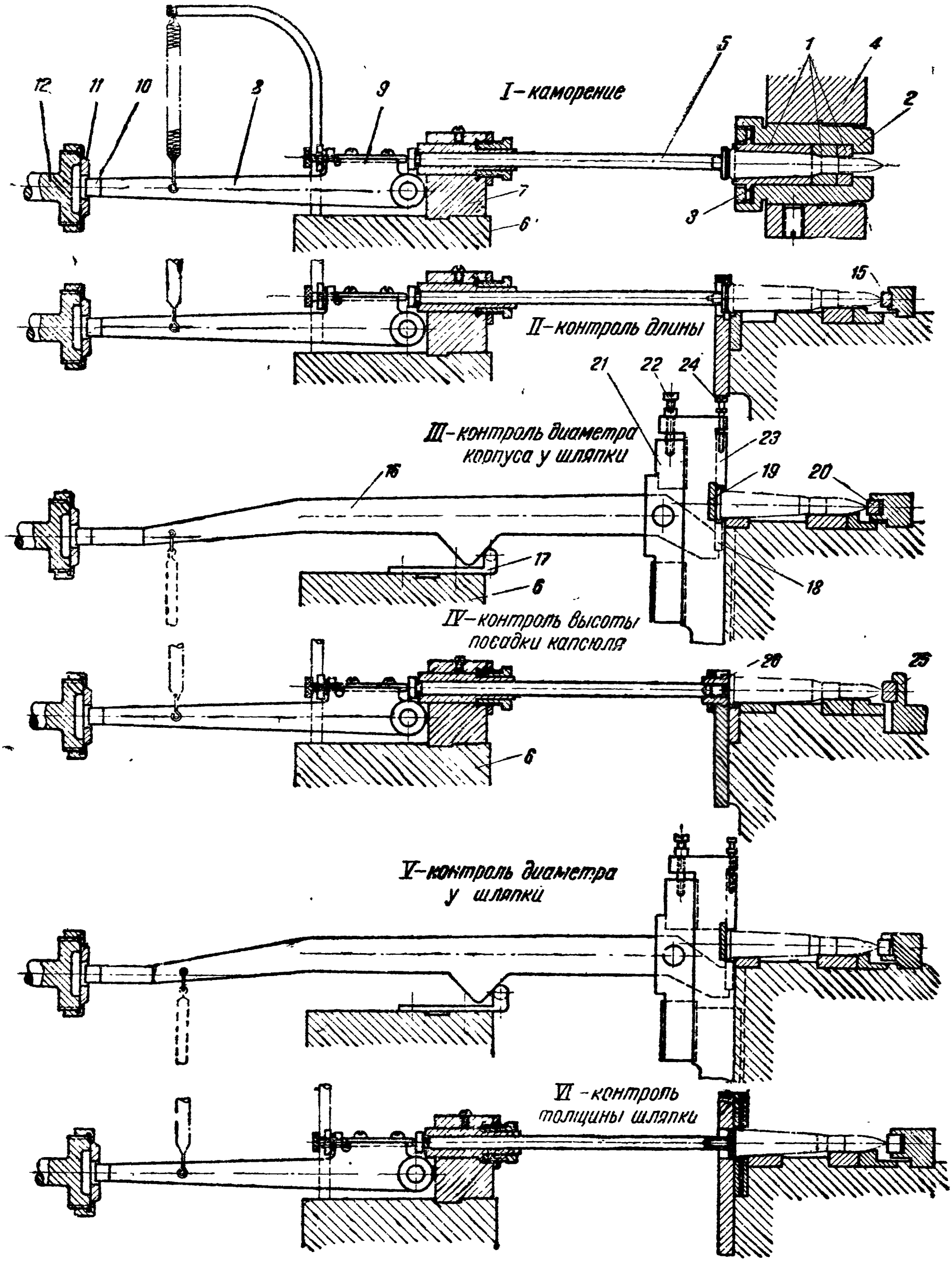
Фиг. 280. Общий вид контрольного автомата Вотербери.

верстия в кольце *11*; диаметр этого отверстия выбирается соответственно допуску на контролируемый в данной измерительной позиции размер патрона. Кольцо *11* закреплено в оправке *12*, которая может перемещаться в осевом направлении влево, преодолевая сопротивление пружины (на рисунке не показано). Корпус *13* (фиг. 279), в котором смонтирована оправка *12*, закреплен на плите *14*, перемещающейся вслед за плитой *6*, после того как последняя остановится в переднем крайнем положении.

Таким образом при контроле патрона, имеющего нормальные размеры, конец рычага *8* будет перемещаться против отверстия в кольце *11* и затем в результате перемещения плиты *14* окажется внутри этого отверстия. Если же патрон будет низким или высоким по каморе, наконечник *10* упрется в торец кольца *11* выше или ниже отверстия, а оправка *12* передвижной плиты *14* останется неподвижной и сместится относительно корпуса *13* в осевом направлении. При этом задний конец оправки *12*, выдвинувшись из корпуса, воздействует на исполнительный механизм, который удалит негодный по размерам патрон в ящик для соответствующего вида брака. Устройство исполнительного механизма описано ниже.

Во второй измерительной позиции (фиг. 281) производится контроль длины патрона, осуществляемый точно таким же образом, как

каморение, за исключением того, что патрон подается к месту контроля не поворотным диском, а транспортной рейкой, обозначенной на фиг. 279 цифрой *44*. В момент контроля патрон упирается вершинкой пули в неподвижную шашку *15*.



Фиг. 281. Схемы промеров.

В позиции *III* контролируется диаметр корпуса в шляпке. Так как в этом случае измерение производится не в горизонтальной, а в вертикальной плоскости, оказалось более удобным из конструктивных соображений осуществить контакт непосредственно между контролируемым элементом (в данном случае корпусом гильзы) и коротким плечом рычага *16*, не применяя промежуточного звена — измерительного стержня *5*, имеющегося в позициях *I, II, IV* и *VI*.

До начала контроля рычаг *16* приподнят роликом *17*, укрепленным на плите *6*, благодаря чему пластинка *18* опущена и не мешает прохождению патрона, перемещаемого транспортной рейкой к месту контроля. Шляпкой гильзы перемещаемый патрон легко прижимается к пластинке *19* пружинящим упором *20*.

Регулировка в данной позиции производится следующим образом: колодка *21* с осью вращения рычага *16* устанавливается при помощи винтов *22* в такое положение, чтобы пластинка *18* в момент контроля не приподнимала шляпку патрона на значительную величину, что могло бы привести к искажению результатов промера. Пластинку *23* устанавливают на необходимый размер по эталону посредством винтов *24*.

Позиция *IV* (контроль высоты посадки капсюля) отличается от позиции *II* лишь тем, что упор *25* сделан подвижным и надежно прижимает фланец гильзы, являющейся в этом случае базой для измерения, к торцу втулки *26*. Усилие прижима создается грузом, связанным с упором *25* и подвешенным с задней стороны станка. По окончании контроля очередного патрона упор *25* отводится при помощи рычажка и тяги, прикрепленных к плите *6*.

Позиции *V* и *VI* аналогичны позициям *III* и *II*.

После контроля толщины шляпки патрон взвешивают на каруссльных коромысловых весах, выделяющих только легкие патроны, в которых в отличие от применяемых в настоящее время весовых станков отсутствуют масляные демпферы. Весы этого типа широко применяются в патронной промышленности, в связи с чем описание и схема их здесь не приводятся. Вращение на оси весов передается от распределительного вала *54* (фиг. 279) через цепную передачу и пару конических шестерен.

Рассмотрим устройство транспортирующих механизмов станка. Распределительный вал *27* получает вращение от электромотора *28* со встроенным редуктором через ременную передачу *29—30*. В шкиве *30* смонтирована дисковая фрикционная муфта, включаемая рукояткой *31*. Закрепленный на валу кулачок *27* сообщает возвратно-поступательное движение ползуну питателя *33*, который переносит патроны от лотка ручного питания к диску *4* с каморами. Конец рычага *34* соединен с питателем *33* посредством цилиндрической пружины (пружина на фигуре не показана), предохраняющей соответствующие детали от поломки в случае застревания патрона в момент выпадения его из лотка в углубление питателя *33*.

Ввод патрона в камору производится толкателем *35*, получающим движение от барабана *36* через рычаг *37*, зубчатый сектор *38* и рейку *39*. Диск *4* с каморами и прикрепленная к нему шестерня получают периодическое вращение, направленное против часовой стрелки, от мальтийского креста *41* и сидящего на распределительном валу диска *42*.

Пройдя позицию каморения, патрон выводится из каморы выталкивателем, скрепленным с зубчатой рейкой *43*, и попадает на линейку, расположенную под транспортной рейкой *44* по всей ее длине. Рейка *44*, опускаясь на патроны, охватывает их имеющимися в нижней ее части вырезами и затем вместе с патронами перемещается слева направо на величину, равную половине расстояния между осями двух соседних мерителей.

После этого рейка поднимается, возвращается в исходное положение и вновь опускается на весь ряд лежащих под ней патронов. Возвратно-поступательное движение рейка *44* получает от кулачка *45* и рычага *46*, а подъем и опускание ее осуществляются кулачком *47*, рычагами *48, 49, 50* и тягой *51*.

Во время обратного хода рейки патроны удерживаются на своих

местах колодками *52*, которые также имеют снизу соответствующие вырезы и опускаются под влиянием собственного веса. Подъем колодок при прямом ходе рейки производится кулачком *53*, закрепленным на распределительном валу *54*, через угловой рычаг *55*, тягу *56*, рычаги *57* и *58* и фасонную планку *59*. Последняя, отходя назад, поворачивает колодки *53* относительно горизонтальной оси, чем достигается подъем передней их части.

В дополнение к ранее сказанному о работе мерительных органов заметим, что точность производимых промеров зависит от точности фиксации переднего крайнего положения плиты *6*, в связи с чем на каждом ее конце имеется регулировочный болт, доходящий до неподвижного упора при ходе плиты вперед. При наладке станка нужно добиться такого положения, при котором плита *6* будет доходить до упора с некоторым натягом (примерно 0,1—0,2 *мм*) и без перекоса.

Возвратно-поступательное перемещение плиты осуществляется кулачком *60* и рычагами *61* и *62*; плита *14* получает движение от кулачка *63* через рычаги *64* и *65*. Ролики рычагов *55*, *61* и *64* прижимаются к кулачкам *53*, *60* и *63* цилиндрическими пружинами, не показанными на фигуре.

Исполнительный механизм устроен следующим образом: шнек *66* получает вращение по часовой стрелке от распределительного вала *54* через цепную передачу *67*. Вдоль шнека с обеих сторон его расположены линейки *68* и *69*, а ниже — наклонная плоскость *70*, на которой лежат шарики *71*. Вращающийся вместе со шнеком диск *72* захватывает при помощи имеющейся на его торце канавки по одному шарику за один оборот и сбрасывает его на шнек сверху. Этот шарик перемещается затем по линейке *68* слева направо и, дойдя до конца линейки, сбрасывается на наклонную плоскость *70*, по которой снова скатывается к диску *72*.

У каждой измерительной позиции имеются следующие детали, показанные для упрощения схемы только в одной из позиций: лопатка *73*, головка *74*, тяга *75* и рычаг с заслонкой *76*, закрывающей отверстия в линейке, по которой рейка *44* перемещает контролируемые патроны.

Как указывалось выше, конец стержня *12* выдвигается из корпуса *13* в тех случаях, когда контролируемый размер выходит за пределы допуска. При этом лопатка *73* поворачивается и перегоняет шарик на другую сторону шнека к линейке *69*. Продолжая перемещаться по новому пути, шарик приподнимает передний конец колодки *74*, которая, поворачиваясь относительно горизонтальной оси, заставляет тягу *75* выдвинуть заслонку *76*, вследствие чего бракованный патрон провалится в образовавшееся отверстие и попадает в ящик для брака соответствующего вида.

В верхнем углу на фиг. 279 изображено имеющееся в станке устройство, автоматически останавливающее станок при попадании патрона с грубым отклонением от нормальных размеров. Такой патрон не войдет в камору и заставит толкатель *35* повернуться по часовой стрелке и приподнять при помощи стержня *77* сухарь *78*, движущийся совместно с рейкой *39* и удерживаемый в нижнем положении пружиной *79*. Сухарь *78* в свою очередь поднимает рукоятку включения *80*, которая сойдет при этом с упора *81* и даст возможность пружине *82* передвинуть рычаг *31* и включить фрикционную муфту. Патрон, застрявший в каморе, удаляют вручную посредством выталкивателя и рычага, смонтированного на станине под рукояткой включения.

Для контроля гильз успешно применяют станки, работающие на электрическом методе.

Общая схема такого станка для контроля гильз показана на фиг. 282.

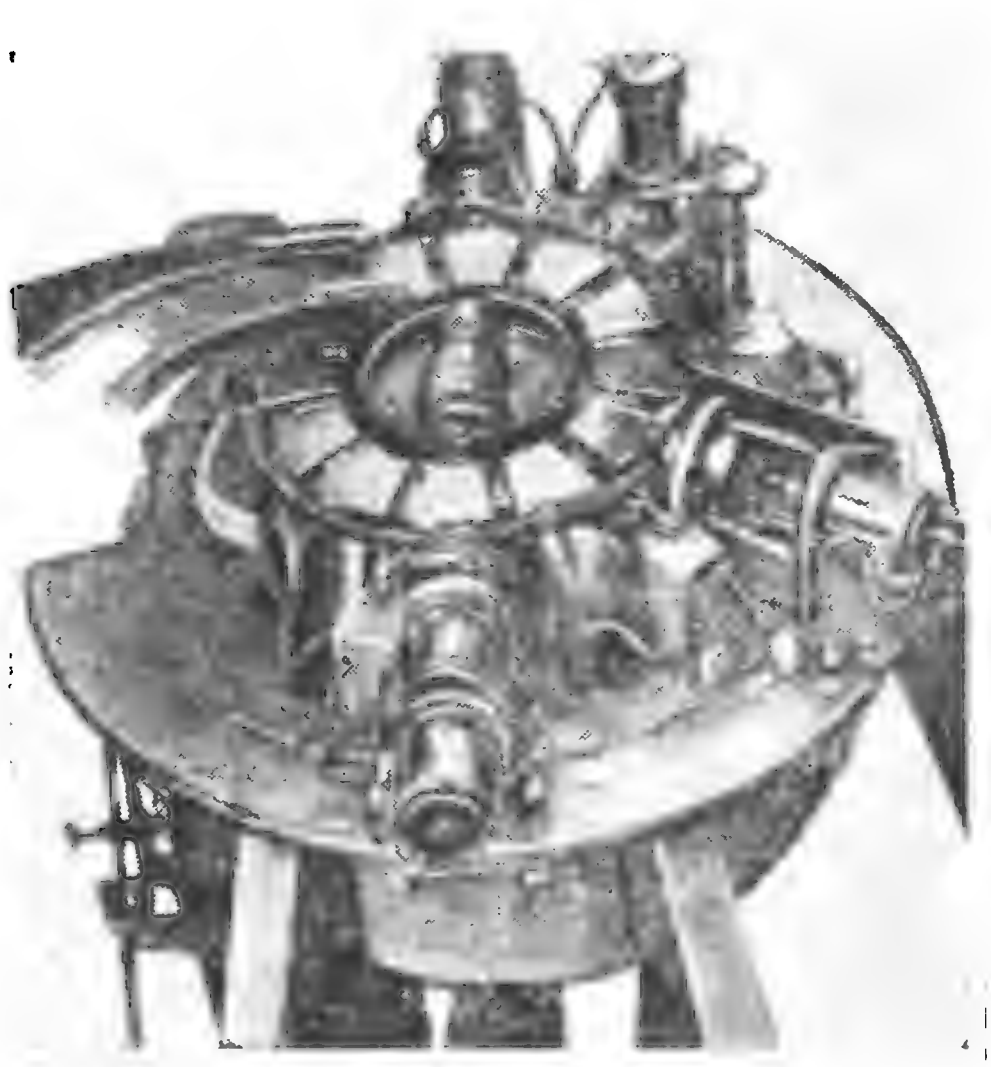
Гильзы вручную закладывают в лоток. Из лотка они попадают в

пазы револьверного транспортирующего круга (стола), который приводится в движение мальтийским крестом.

Вокруг транспортирующего круга звездообразно под углом 60° располагаются четыре измерительных узла.

Транспортирующий круг периодически повертывается на одно деление (на 30°) и переносит гильзы от одной измерительной позиции к другой.

Во время остановки транспортирующего круга система толкателей приводит в движение измерительные органы, и гильзы подвергаются обмеру. Мерительные органы воздействуют на электрощупы, которые при наличии бракованных изделий замыкают свои контакты, что приводит к срабатыванию браковочных электромагнитов и выбрасыванию бракованных гильз.



Фиг. 282. Схема станка для контроля гильз завода им. Володарского.

Электромотор, помещенный в тумбе станка, через редуктор сообщает вращение вертикальному распределительному валику. На распределительном валике укреплены поводок-кулачок, который приводит в движение соединенный с транспортирующим кругом мальтийский крест, и барабан с кривой, приводящий при помощи промежуточного коромысла в возвратно-поступательное движение центральный шток, который сообщает движение системе рычагов, связанных с толкателями и мерительными органами. Указанная система рычагов преобразует вертикальное движение центрального штока в горизонтальное, направленное по радиусам станка, движения мерительных органов, толкателей и выталкивателей.

После каждой измерительной позиции бракованные гильзы выбрасываются.

Во внешней части дна паза транспортирующего круга имеется окно, в которое гильза может свободно проваливаться под действием собственного веса (фиг. 283, 284). Нормально в этом окне находится собачка *2*, поддерживающая гильзу и мешающая ей упасть. В момент контроля дефектной гильзы электромагнит *3*, установленный рядом с измерительным узлом, отпускает якорь *7* и рычаг *4*, связанный с его плунжером, становится на пути собачке. При движении транспортирующего круга рычаг *4* зацепляет собачку *2* и отводит ее в сторону; гильза, потеряв опору, выпадает в ящик для брака.

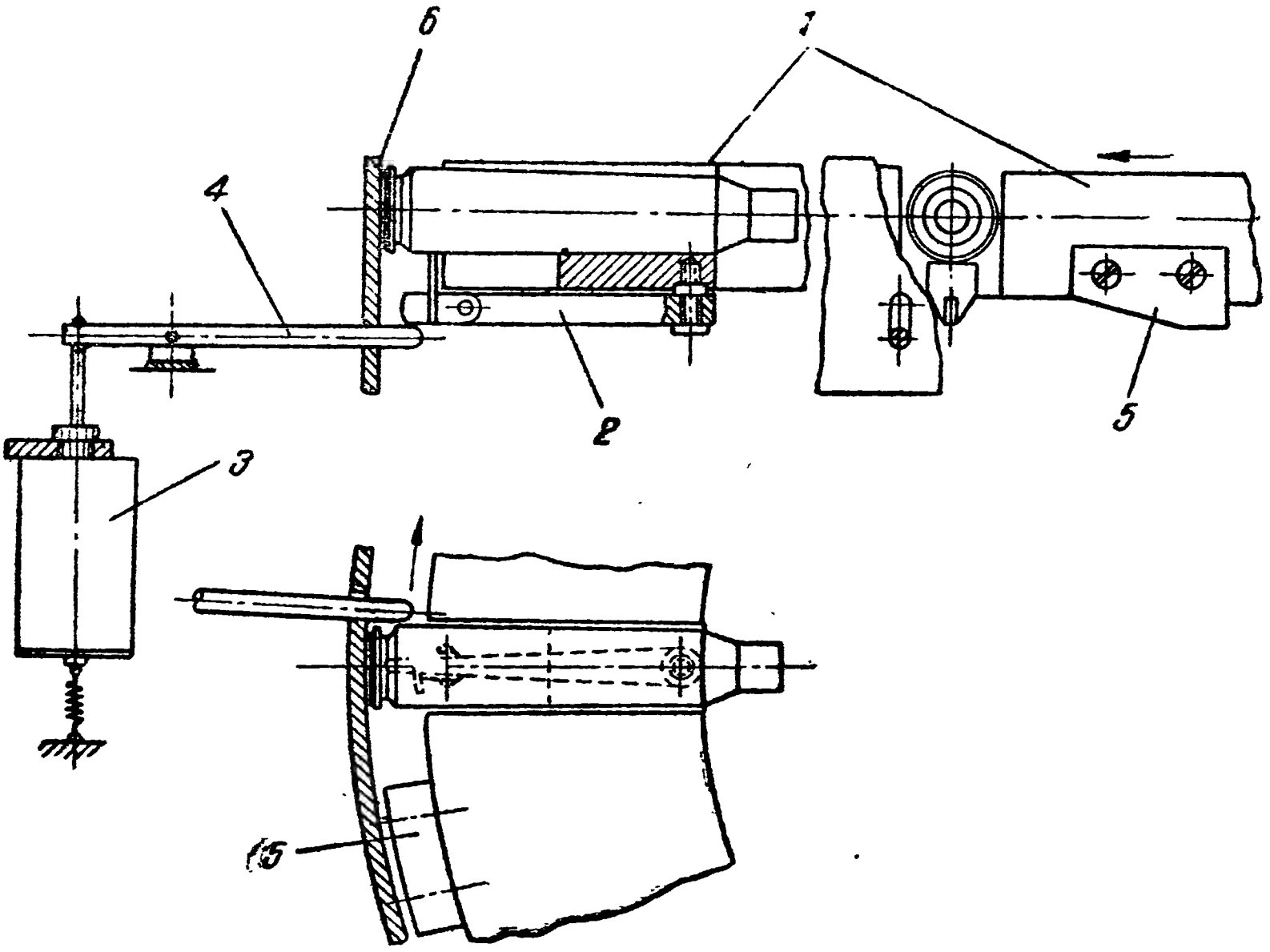
При дальнейшем движении круга жестко укрепленные на нем угольники надавливают на рычаг *4* электромагнитов и возвращают их плунжеры в исходное положение, подготавливая этим к браковке следующие гильзы.

Перед лотком питания оставшиеся в среднем положении собачки *2* наталкиваются на жесткий упор и отводятся в сторону, причем прошедшие все контрольные позиции нормальные гильзы сбрасываются в ящик для годной продукции.

После этого все собачки при помощи жесткой кривой возвращаются

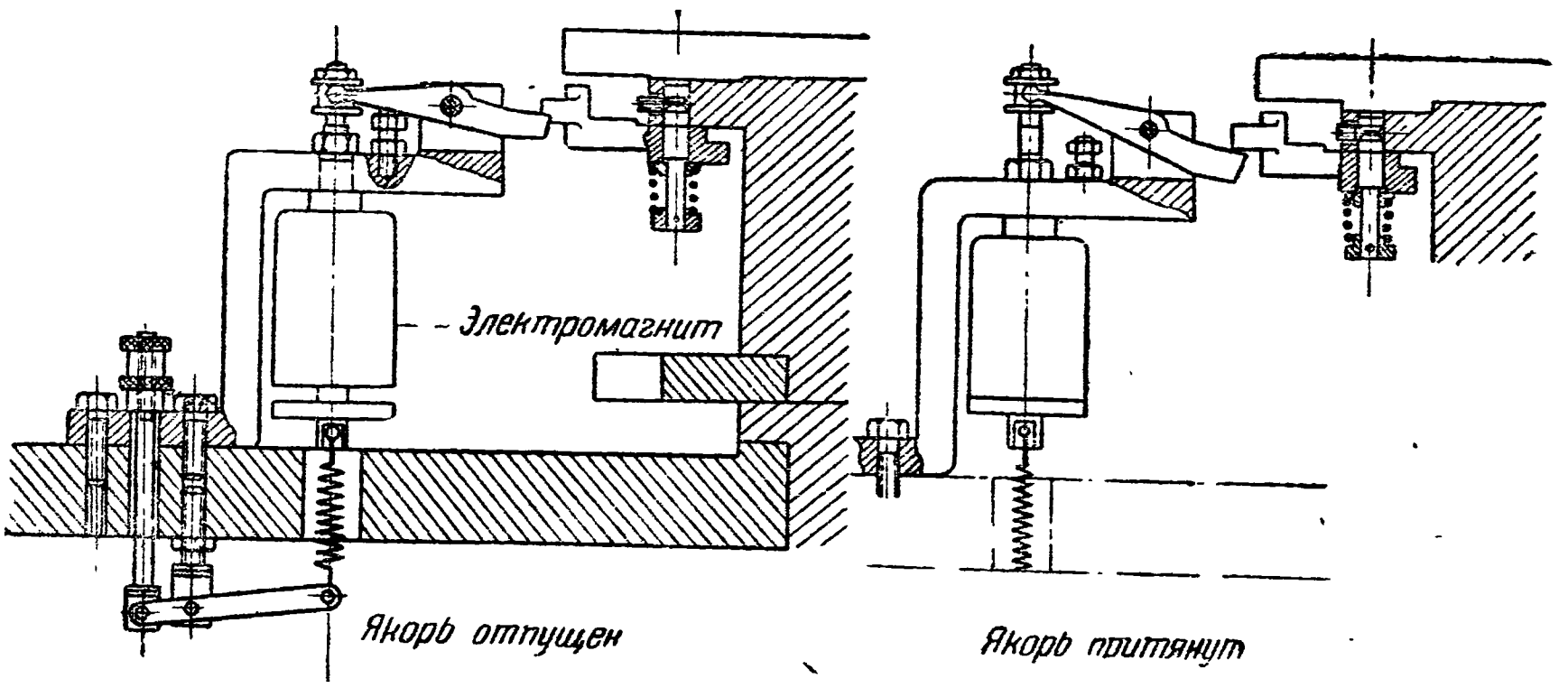
в нормальное положение, и пазы подготовляются к приему новых гильз, поступающих с лотка питания.

На первой измерительной позиции проверяются диаметр фланца и длина гильзы (фиг. 285). Контроль производится двумя предельными электрощупами: один из них контролирует диаметр фланца, другой —



Фиг. 283. Механизмы сброса брака.

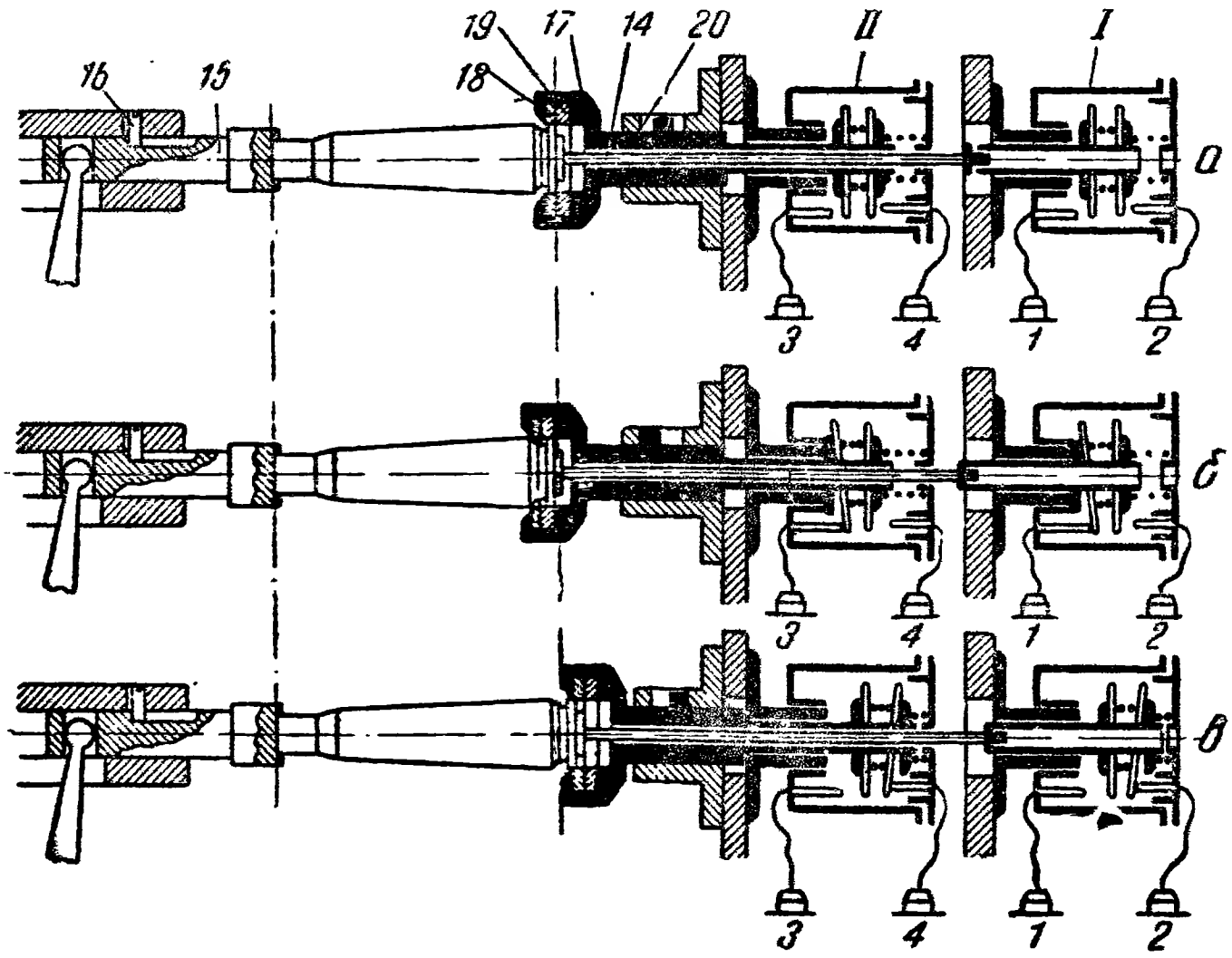
длину гильзы. В канале штока переднего электрощупа свободно движется стержень со шляпкой *14* и передает свои перемещения штоку заднего электрощупа. Толкатель *15* перемещает гильзу от центра стола и, доходя до жесткого упора *16*, останавливается всегда в одном и том же положении. Поэтому стержень *14*, упирающийся в торец



Фиг. 284. Механизмы сброса брака.

гильзы, и шток второго электрощупа передвигаются на величину, зависящую от длины гильзы. Электрощуп *1* настраивают с таким расчетом, чтобы при контроле гильз нормальной длины оба контакта его были разомкнуты, при контроле коротких гильз оставался бы замкнутым передний контакт *1*, при контроле длинных — замыкался бы задний контакт *2*.

Державка *17* с закрепленными в ней кольцевыми калибрами *18* и *19* перемещается в направляющей втулке *20* и упирается в шток переднего электрощупа *II*. Кольцо *18* имеет размер проходного калибра диаметра фланца, кольцо *19* — размер непроходного калибра. При движении толкателя нормальная гильза входит своим фланцем в проходное кольцо, упирается в кромку непроходного кольца и проталкивает на некоторую величину державку калибров и шток переднего электрощупа. Электрощуп *II* так настраивается, чтобы при контроле нормальных гильз были разомкнуты оба его контакта. Гильза с малым диаметром фланца входит в оба кольца и не захватывает державку. Один из контактов электрощупа *3* остается замкнутым. Гильза с большим диаметром фланца упирается в кромку проходного кольца и про-



Фиг. 285. Схема контроля диаметра фланца и длины гильзы.

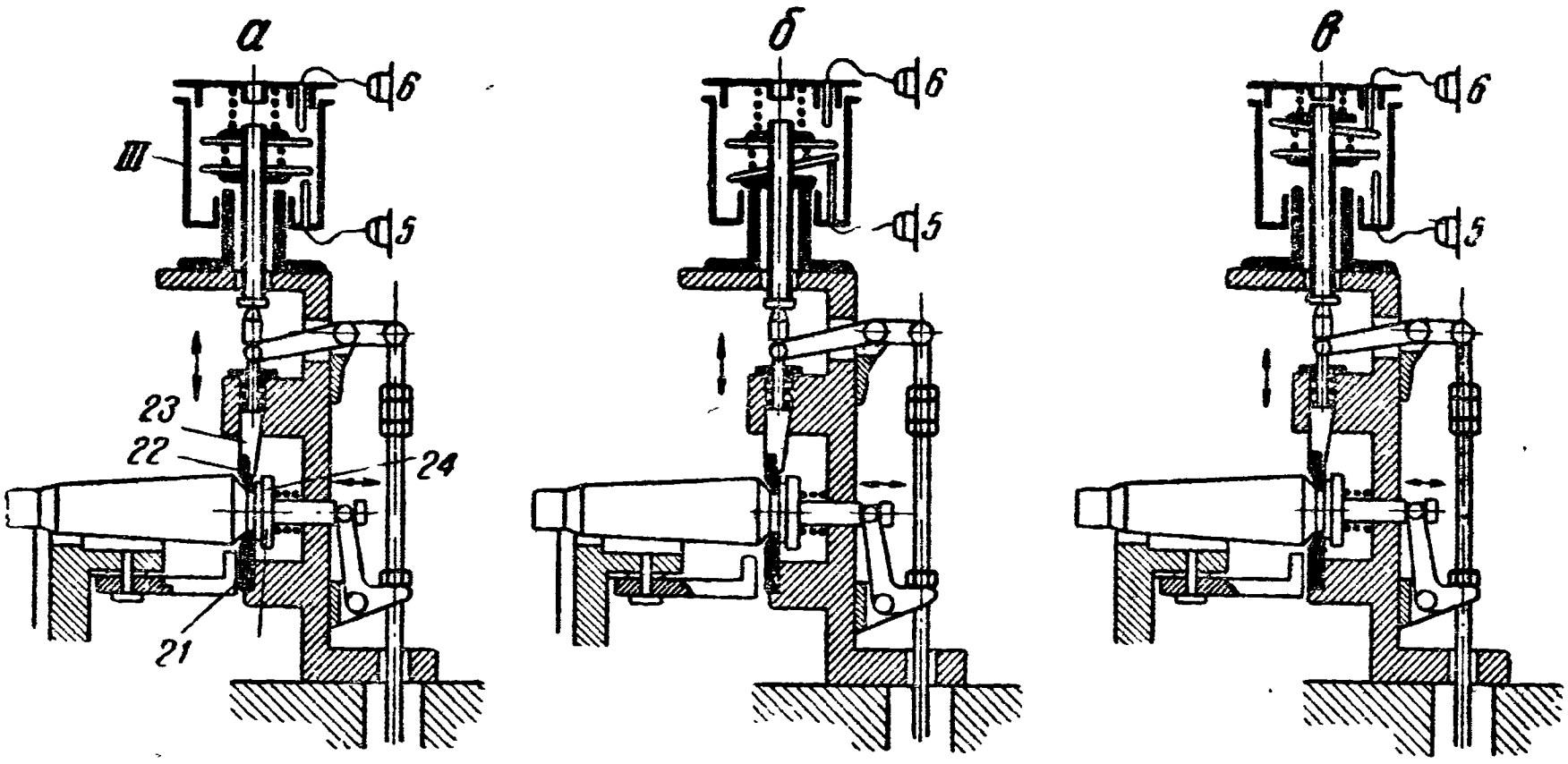
талкивает шток электрощупа на ширину проходного кольца дальше, чем нормальная гильза. При этом замыкается второй контакт электрощупа *4*.

При замыкании любого из четырех контактов электрощупов первого узла запирается первая электронная лампа, и браковочный электромагнит отпускает свой якорь. В результате этого все гильзы, длина или диаметр фланца которых в любую сторону выходят за пределы допуска, сбрасываются после первой измерительной позиции в общий ящик для брака.

На второй измерительной позиции контролируется диаметр выточки под фланцем (фиг. 286).

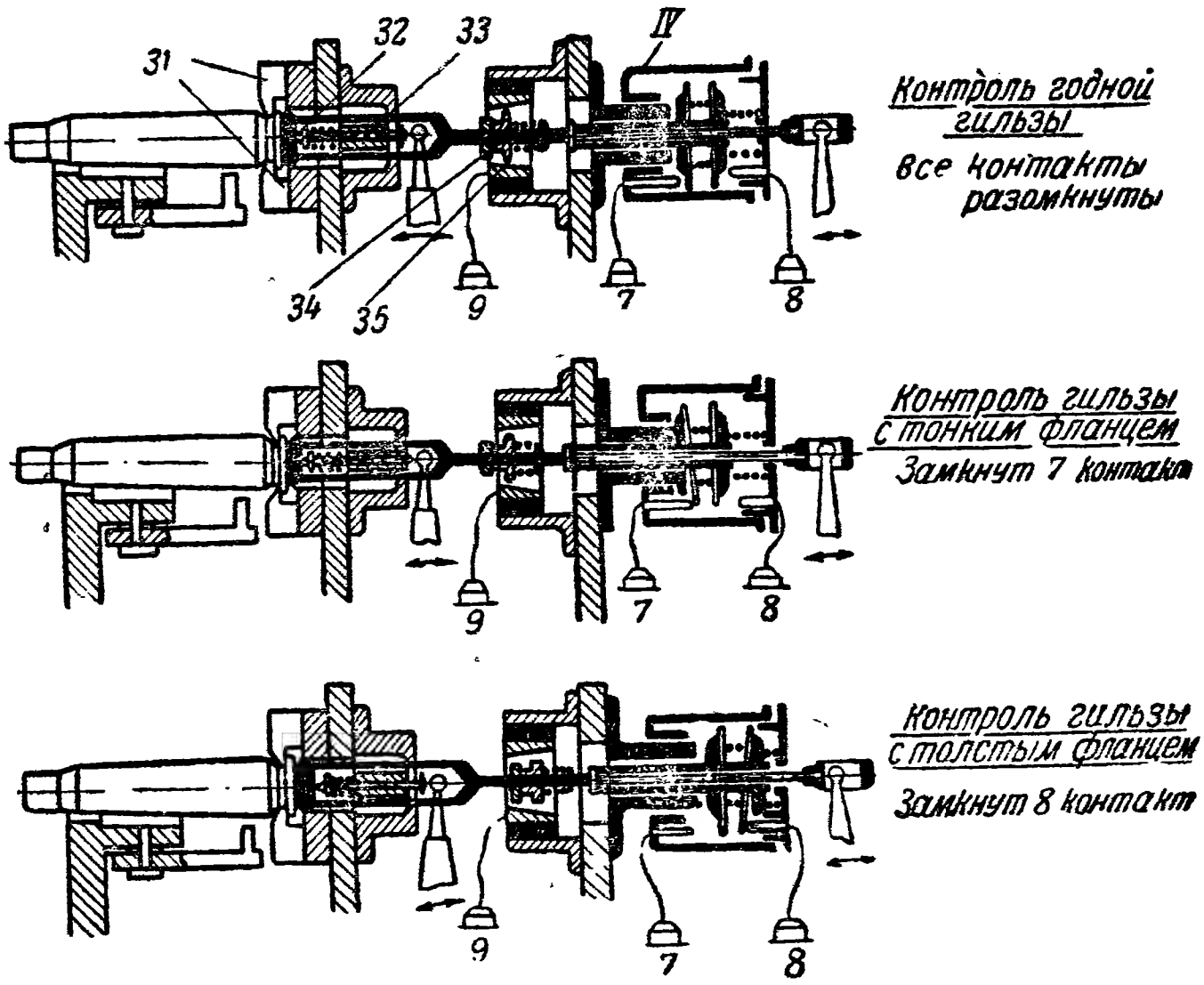
Во время перемещения гильза накатывается на нижнюю неподвижную мерительную губку *21*, которая заходит в выточку от фланца. Верхняя мерительная губка *22* укреплена на подвижном штоке *23*, упирающемся в шток электрощупа *III*. Когда гильза становится на измерительную позицию, подвижной шток опускается, верхняя мерительная губка заходит в выточку под фланцем и шток электрощупа перемещается на величину, зависящую от диаметра выточки. Электрощуп так настраивается, чтобы при контроле гильз с диаметром выточки под фланцем, не выходящим за пределы допуска, оба контакта были разомкнуты. Чтобы обеспечить правильную установку гильзы на измерительной позиции и избежать перекоса ее в момент контроля, на торец гильзы опускается грибок *24* и прижимает фланец гильзы к мерительным губкам. При этом ось гильзы становится горизонтально.

На третьей измерительной позиции (фиг. 287) контролируются толщина фланца и параллельность плоскостей, ограничивающих его (перекос фланца). Перемещаясь, гильза заходит по направляющим на измерительную позицию и останавливается между двумя жестко укрепленными губками *31*. На торец гильзы опускается грибок *32* и прижи-



Фиг. 286. Схема контроля толщины и перекоса фланца.

мает фланец гильзы к губкам. На противоположный конец грибка опускается шток электрощупа *IV*. Последний тем дальше переместится, чем тоньше будет фланец гильзы. При настройке электрощупа добиваются того, чтобы всякий раз, когда толщина фланца гильзы выходит из пределов допуска, замыкался один из контактов электрощупа.



Фиг. 287. Схема контроля выточки.

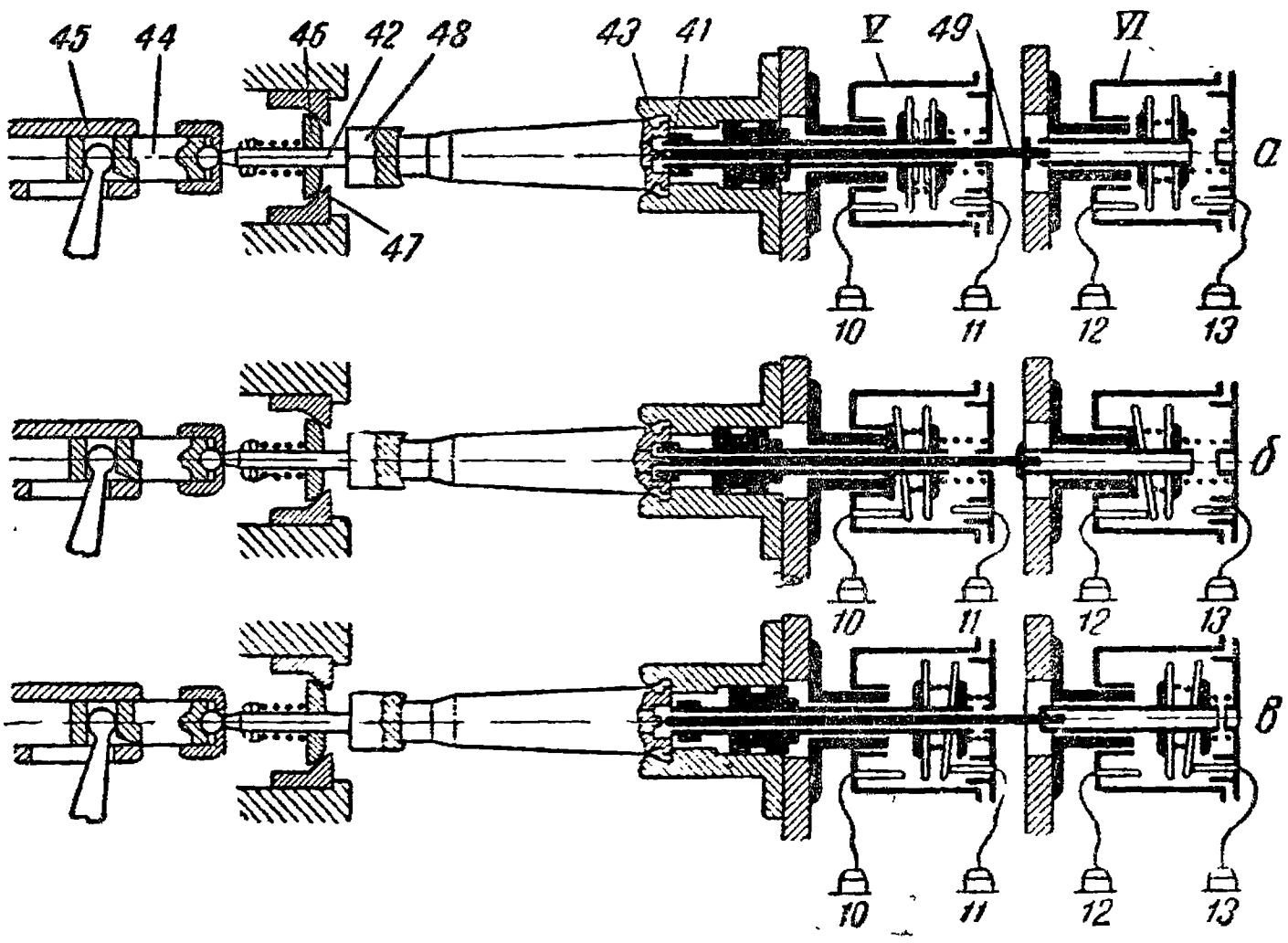
Толкатель *33* плотно прижимает шляпку грибка *32* к торцу гильзы и хвостовики грибка устанавливаются точно перпендикулярно к торцевой поверхности гильзы. Центральное давление толкателя на шляпку грибка обеспечивает хорошую самоустановку последнего. При контроле гильзы с перекошенным фланцем или торцом, не перпендикулярным оси гильзы, хвостовик грибка станет под углом к оси измерительного

узла, и сидящий на этом хвостовике ролик *34* коснется изолированной конической втулки *35*, которая соединена с сеткой электронной лампы. Это приведет к срабатыванию бракозочного электромагнита, и гильза будет бракованной.

Перемещая ролик *34* вдоль хвостовика грибка, можно изменить величину кольцевого зазора между роликом и конической втулкой и тем самым регулировать предельный перекос фланца, при котором гильза бракуется.

На четвертой измерительной позиции контролируются диаметр капсюльного гнезда и высота наковальни (фиг. 288).

Для одновременного контроля диаметра капсюльного гнезда по обоим пределам допуска служит комбинированный калибр *41* с двумя



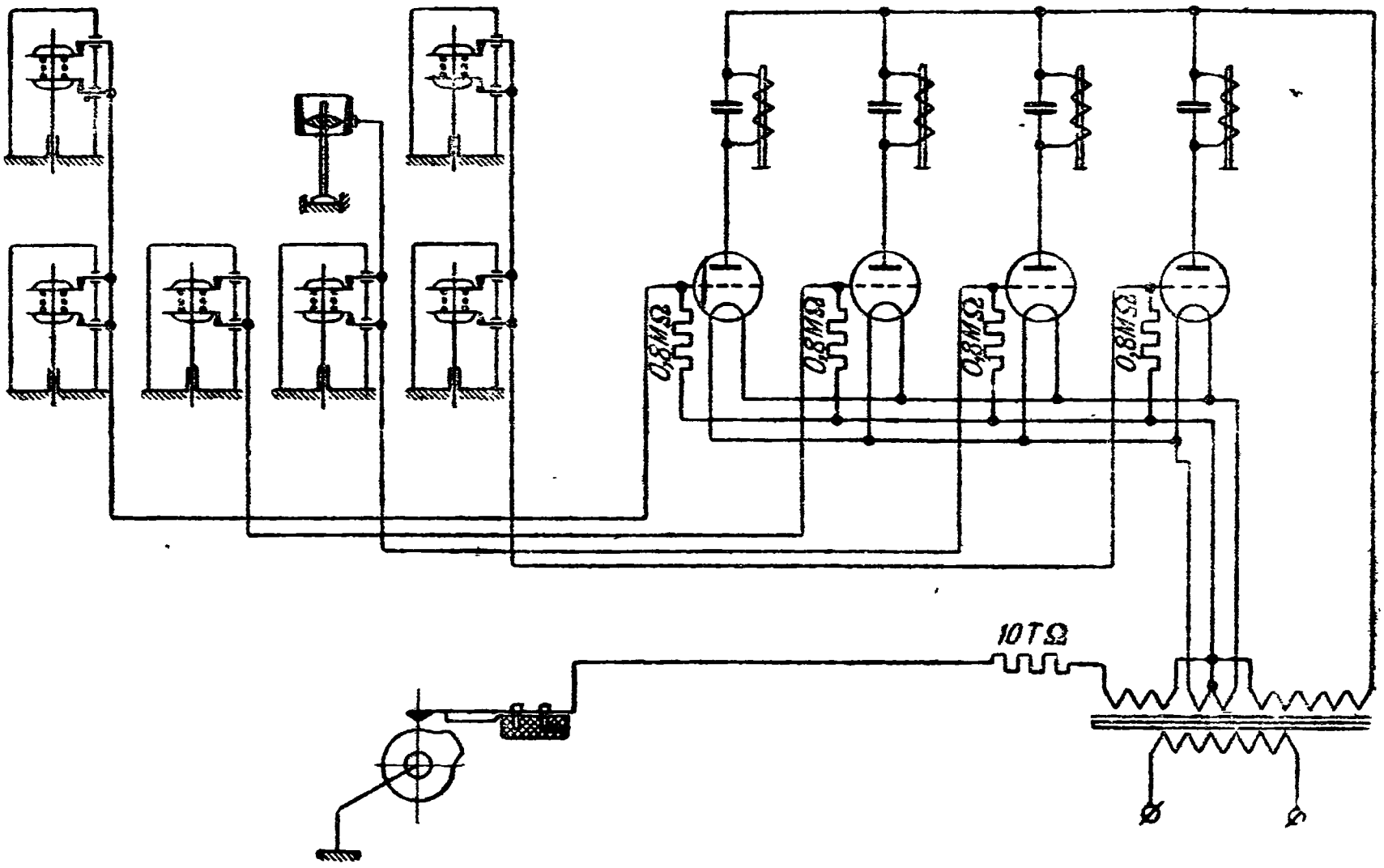
Фиг. 288. Схема контроля диаметра капсюльного гнезда и высоты наковальни.

поясами, имеющими размер проходного и непроходного калибра. Толкатель *42*, подавая гильзу вперед, надевает ее капсюльным гнездом на комбинированный калибр. Гильза с нормальным капсюльным гнездом находит на проходную часть калибра, упирается в кромку непроходной части и при дальнейшем движении толкает комбинированный калибр, а с ним и шток первого электрощупа до тех пор, пока не упрется своим торцом в опорную поверхность направляющей втулки *43*. Если диаметр капсюльного гнезда больше допустимого, то гильза оденется в оба пояса комбинированного калибра; следовательно, и шток электрощупа останется в покое. Гильза с малым диаметром капсюльного гнезда упирается в кромку проходной части калибра и проталкивает калибр и шток электрощупа *V* значительно дальше (на ширину проходного пояса калибра), чем при контроле нормальной гильзы. Контакты электрощупа регулируются так же, как и контакты предыдущих электрощупов, т. е. так, чтобы при контроле нормальных гильз оба контакта были разомкнуты. Для облегчения ввода калибра в капсюльное гнездо и обеспечения плотного прижатия торца гильзы к опорной поверхности направляющей втулки применен качающийся самоустанавливающийся толкатель. Толкатель состоит из двух частей, сочлененных при помощи шарового шарнира. Первая часть толкателя *44* двигается возвратно-поступательно к направляющей втулке *45*. Вторая часть толкателя имеет возможность качаться вокруг оси шарнира. На этой части толкателя помещен ролик *46*, который опирается на внутреннюю

поверхность конической направляющей втулки *47*. Наконечник толкателя *48* вначале ведет дульце гильзы ниже оси узла, затем приподнимает его (при этом калибр входит в капсюльное гнездо), гильза выравнивается и движется дальше в горизонтальном положении, пока не упрется торцом в опорную поверхность.

Такое движение толкателя значительно облегчает выход калибра в капсюльное гнездо и исключает возможность ошибок контроля.

Контроль высоты наковальни осуществляется электрощупом *VI*, шток которого получает перемещение от стержня *49*, упирающегося в наковальню гильзы. Когда гильза прижимается своей торцевой частью к опорной поверхности направляющей втулки *43*, положение



Фиг. 289. Электрическая схема станка.

стержня *49*, а следовательно, и штока второго электрощупа, определяются высотой наковальни. При правильной настройке электрощупа один из контактов его замыкается, если высота наковальни выходит за пределы допуска, и гильза бракуется.

Большое значение имеет правильная установка гильзы и плотное соприкосновение между торцевой поверхностью гильзы и опорной плоскостью направляющей втулки. Благодаря тому что торцевая поверхность гильзы часто не строго перпендикулярна оси ее (что, однако, не считается браком), достигнуть правильной механической установки гильзы на измерительной позиции представляет значительные трудности. Описанная конструкция самоустанавливающегося толкателя позволила решить эту задачу.

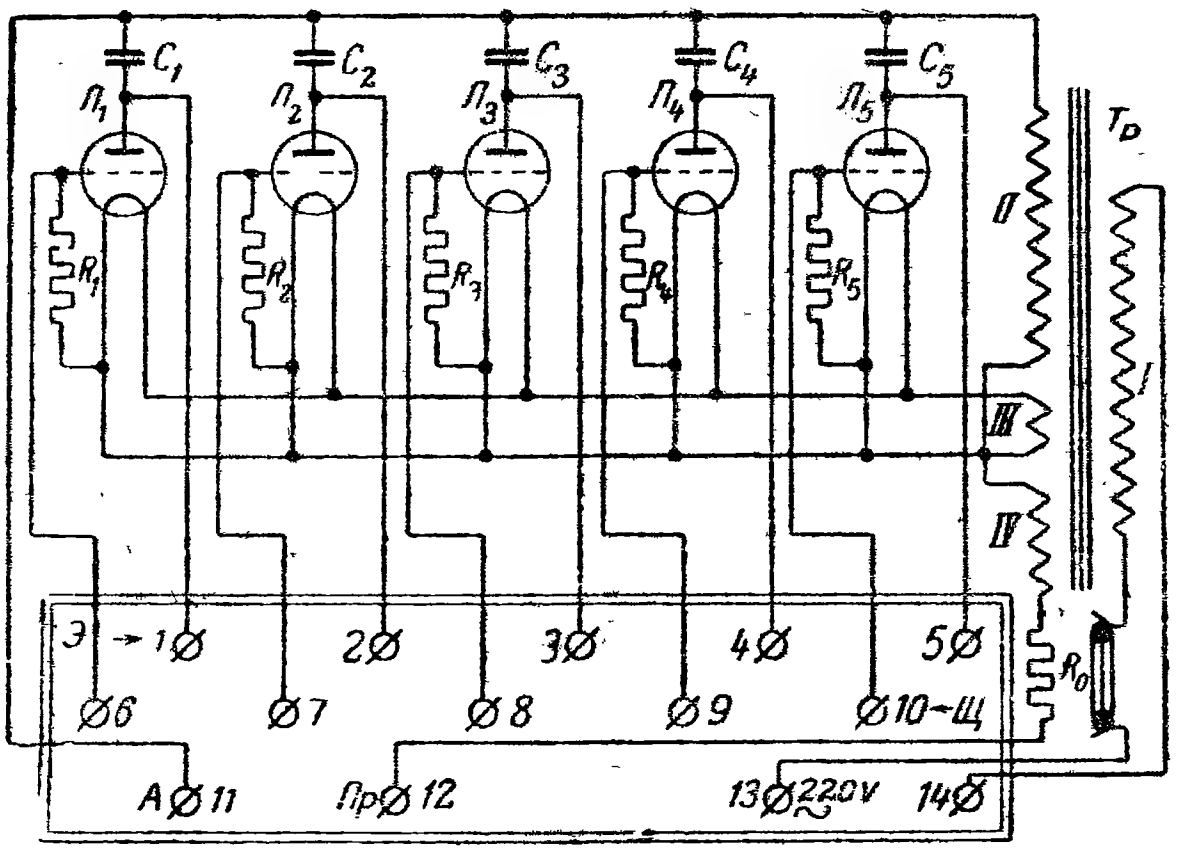
Электрическая схема работы (фиг. 289). Двухпредельные электрощупы воспринимают отклонение размеров изделий от установленной величины и воздействуют на сетку электронной лампы. Если размер изделия выходит за пределы допуска, то замыкается один из контактов электрощупа и на сетку соответствующей электронной лампы подается отрицательный потенциал.

Электронная лампа запирается и включенный в ее анодную цепь браковочный электромагнит отпускает свой якорь. Электронный аппарат питается переменным током напряжения 220 *в*, 50 *гц*. Для устранения вибрации якоря электромагнита катушка последнего заблокирована конденсатором.

В соответствии с числом измерительных позиций на станке установлены электромагниты, при помощи которых бракованные изделия удаляют. Электрощупы, установленные на одном измерительном устройстве, воздействуют на сетку одной электронной лампы и включенный в анодной цепи ее браковочный электромагнит, относящийся к данному измерительному устройству.

Электронный аппарат, схема которого приведена на фиг. 290, имеет четыре рабочих лампы и одну резервную.

Все электрощупы настраиваются таким образом, чтобы в момент контроля гильзы, у которой соответствующий размер не выходит за пределы допуска, оба контакта электрощупа были разомкнуты, а при



Фиг. 290. Схема электронного аппарата.

отклонении размера за пределы допуска замыкался один из контактов.

Общий прерыватель подает отрицательный потенциал на контакты электрощупов только на время контроля, т. е. в тот момент, когда толкатели поставили гильзы на измерительные позиции, и контролирующая система изготовлена к измерению.

В этом положении происходит выдержка времени, достаточная для того, чтобы успели сработать те электромагниты, на которые воздействуют электрощупы с замкнутыми контактами, т. е. электрощупы, обнаружившие дефект изделия.

Якори электромагнитов, отпущенные в момент контроля, остаются в таком положении и после размыкания прерывателя. Когда электронная лампа отпирается, через катушку электромагнита снова начинает протекать ток, так как сила притяжения электромагнита при большом воздушном зазоре будет недостаточна для того, чтобы преодолеть натяжение пружины, оттягивающей якорь. Это позволяет зафиксировать результат контроля и удалить гильзы во время последующего движения круга.

Для подготовки электромагнита к браковке следующей детали его якорь прижимается к толкателям, уменьшая воздушный зазор до такой величины, при которой электромагнит развивает силу, достаточную для удержания якоря.

ЛИТЕРАТУРА

Малов А. Н., Холодная штамповка, ОНТИ, 1935 г.

Мешерин В. Г., Штампы, Машгиз, 1940 г.

Пущин П. П., Орудийные гильзы, Оборонгиз, 1939 г.

Истомин П. С., Прессование металлов, Металлургиздат, 1944 г.

Бочвар А. А., Металловедение, Металлургиздат, 1940 г.

Болховитинов Н. Ф., Величина зерна и свойства стали, Металлургиздат, 1943.

ПРИЛОЖЕНИЕ

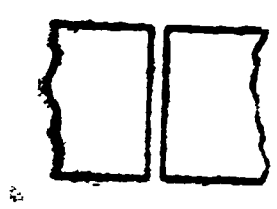
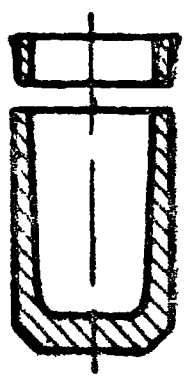
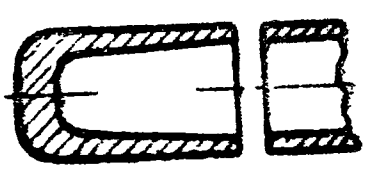
ОПЕРАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАТРОНОВ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

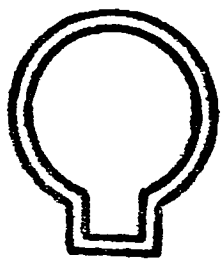
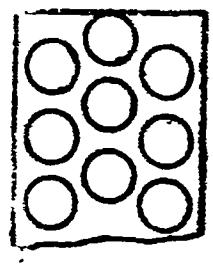
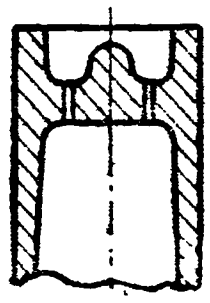
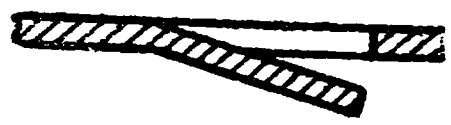
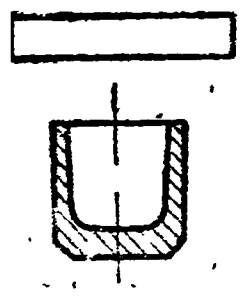
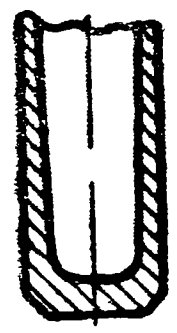
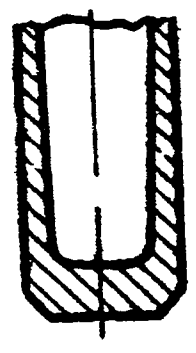
(терминология автора)

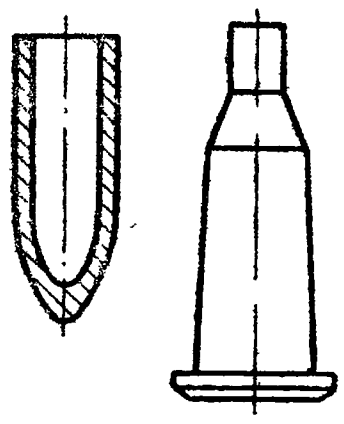
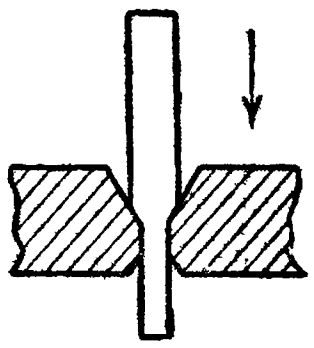
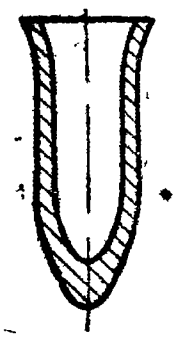
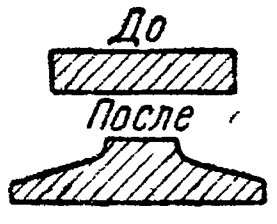
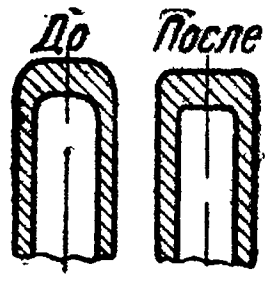
I. Обработка без снятия стружки

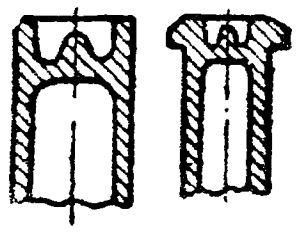
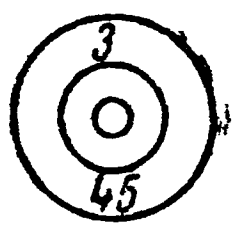
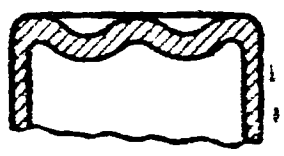
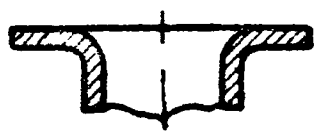
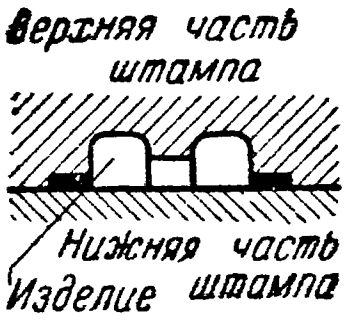
Обработкой без снятия стружки называются процессы изменения геометрической формы металлов и сплавов, а вместе с тем структуры и свойств металла или сплава путем определенного механического воздействия на заготовку. Заготовка поступает на изменение форм, имея температуру производственного помещения.

Виды холодной обработки без снятия стружки, применяемые в процессе изготовления металлических элементов патронов, следующие.

Операции	Эскиз	Характеристика операции
Отрезка		Полное отделение части металла от листа или полосы по незамкнутому контуру при помощи ножей или специальных штампов
Рубка		Полное отделение части металла от прутка при помощи ножей или специальных штампов
Откуска		Удаление неровностей с вытянутых или выдавленных изделий в процессе производства основных операций (вытяжки, выдавки) при помощи специального пуансона с уступом
Обрезка		Удаление лишнего металла с вытянутых, прессованных или выдавленных изделий при помощи ножей или штампов

Операции	Эскиз	Характеристика операции
Зачистка (чистовая обрезка)		Удаление с плоских предварительно вырубленных заготовок части материала по контуру для получения точных размеров, острых кромок и гладкой поверхности среза при помощи штампа
Вырубка		Полное отделение металла по замкнутому контуру при помощи штампов, причем вырубленная часть является изделием
Пробивка		Полное отделение металла по замкнутому контуру внутри изделия при помощи штампа, причем вырубленная часть является отходом
Надрезка		Частичное отделение при помощи штампа металла по незамкнутому контуру без удаления остатков
Свертка		Превращение заготовки из полосового материала в изделие, имеющее форму колпачка
Вытяжка		Изменение диаметра с одновременным утонением стенок или без такового в изделиях, имеющих форму колпачка, причем вытягиваемое изделие проталкивается через матрицу
Выдавка (экструдинг-процесс)		Превращение цилиндрической заготовки, имеющей форму столбика, в полое изделие, имеющее форму колпачка, путем выдавливания металла заготовки из матрицы через кольцевой зазор вдоль пуансона

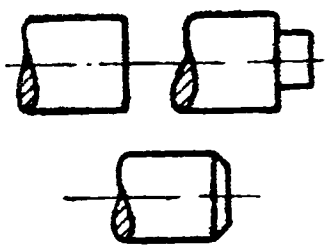
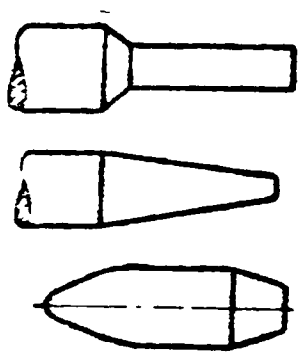
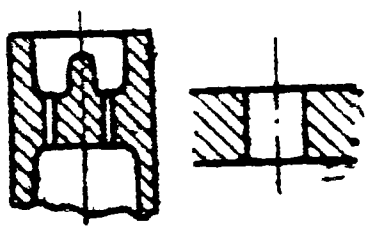
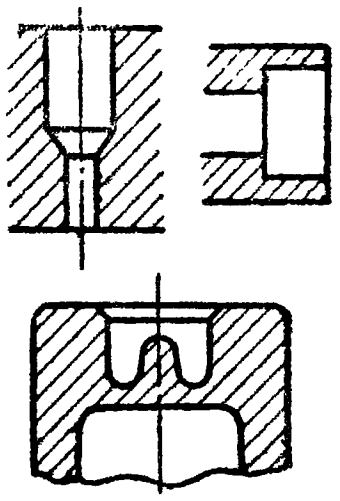
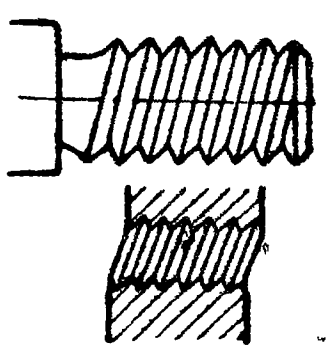
Операции	Эскиз	Характеристика операции
Обжим (незавершенная вытяжка)		Изменение формы образующей на полых изделиях, полученных вытяжкой или выдавкой. При этом в процессе обжима толщина стенок изменяется
Волочение		Изменение сечения прутка или трубки заготовки при протягивании его через матрицу (фильеру).
Заострение конца (заправка конца)		Изменение формы конца прутка для свободного прохода последнего через матрицу (фильеру, волочильное очко) для захвата его кольцами
Правка (рихтовка)		Устранение искривлений, полученных в результате одной из формоизменяющих операций, при помощи специальных штампов или на специальных станках
Гибка		Изменение формы материала между параллельными плоскостями верхней и нижней частями штампа, поставленными под углом к изгибаемой детали, причем толщина материала почти не изменяется
Расправка		Изменение формы изделия с прямыми краями между пуансоном и матрицей; под давлением пуансона борт отгибается и приобретает форму усеченного конуса или, сохраняя форму цилиндра, увеличивается по диаметру
Подфланцовка		Изменение формы края предварительно вырубленного кружка за счет сжатия между фасонным пуансоном и плоской плитой для облегчения свертки в колпачок
Подштамповка		Изменение при давлении пуансоном сферической поверхности дна колпачка на плоскую без изменения диаметральных размеров

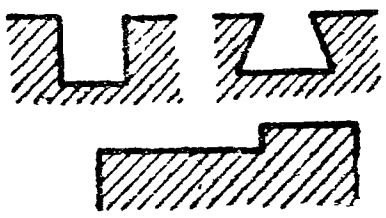
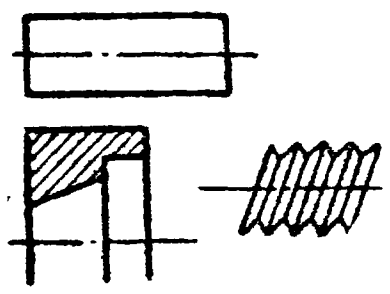
Операции	Эскиз	Характеристика операции
Высадка		Изменение при помощи штампов формы колпачка вследствие образования уступов на наружной или внутренней поверхностях
Штамповка		Изменение формы и перемещение металла для увеличения или уменьшения массы металла в определенных частях изделия с приданием перемещаемым массам металла необходимых форм и размеров
Маркировка (клеймение)		Нанесение на поверхности изделия отличительных знаков (букв, цифр, марки завода) давлением, развиваемым между верхней и нижней частями штампа, вызывающим течение материала, а следовательно, и заполнение имеющихся на поверхности штампа углублений
Рельефная штамповка		Изменение формы изделия между верхней и нижней частями штампа различной формы, на которых имеются углубления и возвышения, причем толщина металла не меняется
Отбортовка		Образование в плоском или полом изделии с предварительно пробитым отверстием (иногда без него) отверстия большого размера с цилиндрическими или иными бортами
Прессовка		Получение изделий путем всестороннего обжатия заготовки или истечением металла через отверстие соответствующего профиля
Калибровка		Изменение размеров путем обжима до требуемых размеров по чертежу

II. Обработка со снятием стружки

Обработкой со снятием стружки называются процессы изменения геометрической формы заготовки путем удаления части материала в виде стружки.

Виды обработки со снятием стружки, применяемые в процессе изготовления металлических элементов патрона, следующие.

Операции	Эскиз	Характеристика операции
Протирка		Очистка поверхности от внешних посторонних загрязнений и придание поверхности необходимого блеска
Отрезка		Образование резанием сквозной прорези, в результате чего один кусок метала отделяется от другого
Подрезка торца уступа, фаски		Обработка торцевых поверхностей вращения при двух относительно совмещенных движениях обрабатываемой детали и инструмента: вращение детали, поступательное движение детали или инструмента
Обточка по диаметру		Обработка наружных поверхностей вращения при двух относительно совмещенных движениях обрабатываемой детали и инструмента: вращение детали, поступательное движение инструмента вдоль детали или детали вдоль инструмента
Сверловка		Образование цилиндрических сквозных или глухих отверстий в сплошном металле при двух относительно совмещенных движениях обрабатываемой детали и инструмента: вращение детали или инструмента, поступательное движение сверла или детали вдоль оси
Рассверловка, развенковка, расточка		Образование цилиндрического, конического или фасонного отверстия, прошедшего предварительную обработку при двух совмещенных движениях обрабатываемой детали и инструмента: вращение детали или инструмента, поступательное движение детали или инструмента

Операции	Эскиз	Характеристика операции
Нарезка резьбы		Образование на наружной или внутренней поверхностях вращения вследствие снятия стружки винтообразных выступов постоянного сечения при помощи резца метчика, плашки, винторезной головки или фрезы
Фрезеровка		Обработка различных поверхностей при помощи многозубного инструмента, зубья которого последовательно вступают в работу при двух основных совмещенных движениях: вращение фрезы, поступательное движение детали относительно оси фрезы
Шлифовка по диаметру наружная, внутренняя, плоскости, резьбы и т. д.		Снятие слоя металла вращающимся абразивным инструментом при различных совместных и относительных движениях обрабатываемой поверхности и круга по отношению к оси вращающего круга

III. Термическая и тепловая обработка

Термической обработкой металлов из сплавов называется искусственное изменение структуры сплава или металла, а вместе с тем и его свойств путем определенного термического воздействия, т. е. нагрева до определенной температуры, некоторой выдержки при этой температуре и охлаждении до температуры помещения, где производится работа.

Виды термообработки, применяемые в процессе изготовления металлических элементов патрона, следующие.

Операции	Характеристика операции
Отжиг первого рода: а) возврат б) рекристаллизация	Термообработка, применяемая в целях устранения внутренних напряжений, разупрочнения и преобразования структуры из волокнистой (деформированной) в мелкозернистую. Этот вид отжига характеризуется температурой нагрева и временем выдержки
Отжиг второго рода (перекристаллизация)	Термообработка, применяемая для фазовой перекристаллизации, т. е. замены грубой крупнозернистой структуры мелкозернистой и повышения механических свойств для устранения крупнозернистости, строчечности или полосчатости. Для этого вида отжига характерным является температура нагрева, время выдержки и низкая скорость охлаждения
Нормализация	Частный случай отжига второго рода, повышающего при наличии перекристаллизации механические свойства. Этот вид термообработки характеризуется температурой нагрева, выдержкой и ускоренным охлаждением (на воздухе)
Закалка	Термообработка, приводящая к фиксации неустойчивых состояний. Закалка характеризуется фазовой перекристаллизацией, производимой при определенной температуре, времени выдержки и высокой скорости охлаждений, которая должна исключить возврат в более устойчивое состояние. Закалкой повышают твердость или улучшают механические свойства

Продолжение

Операции	Характеристика операции
Отпуск	Термообработка, при которой происходит распад закаленного твердого раствора, а следовательно, и возврат к устойчивому состоянию. В зависимости от влияния отпуска на механические свойства он может быть упрочняющим и смягчающим. Для отпуска характерным является температура нагрева и время выдержки
Подогрев	Предварительный нагрев заготовок до заданной температуры в целях лучшего использования оборудования.
Старение	Частный случай отпуска, при котором возврат к устойчивому состоянию после закалки происходит при температурах не выше температуры кипения воды
Сушка	Тепловой процесс удаления влаги из обрабатываемых изделий путем ее испарения
Спекание	Получение изделия из порошка, обладающего большой твердостью, путем нагрева. Спекание характеризуется температурой, временем выдержки и скоростью охлаждения

IV. Химическая и электрохимическая обработка

Химической и электрохимической обработкой металлических элементов патрона называются процессы обработки химическими реагентами с целью изменения свойств поверхности обрабатываемого материала или свойств материала в целом.

Виды химической и электрохимической обработки, применяемой при изготовлении металлических элементов патрона, следующие.

Операции	Характеристика операции
Травление	Удаление с поверхности металла окислов путем погружения изделий в растворы кислот, кислых солей или щелочей, реагирующих с окислами данного металла
Обезжиривание	Очистка поверхности изделия от загрязнений путем погружения его в щелочные растворы или органические растворители
Омеднение	Нанесение тонкого слоя меди на стальные заготовки погружением последних в специальный раствор медного купороса. Омеднение облегчает течение материала при вытяжке и выдавке и исключает получение рисок и царапин
Промывка (ополаскивание)	Удаление с поверхности изделий кислот, кислых солей или щелочей, а также остатков мыльной эмульсии
Латунирование	Электролитическое покрытие латунью стальных изделий для придания им противокоррозионной стойкости
Оцинковывание	Электролитическое покрытие цинком стальных изделий для придания им значительной противокоррозионной стойкости

V. Контрольно-смотровые операции

Контрольно-смотровыми операциями устанавливают правильность геометрической формы и размеров готового изделия или полуфабриката, а также отсутствие внешних пороков на поверхности, влияющих на качество изделий и на длительность их хранения.

Виды контрольно-смотровых операций, применяемых в процессе изготовления металлических элементов, следующие.

Операции	Характеристика операции
Осмотр поверхности	Изоляция из общего потока изделий, имеющих поверхностные пороки, не удовлетворяющих эталонам, установленным техническим требованиям
Контроль размеров	Изоляция из общего потока изделий, имеющих отклонения от установленных чертежных размеров
Каморение гильз и патронов	Проверка соосности отдельных поверхностей и соответствия линейных и диаметральных размеров изделия
Контроль разностенности	Проверка соответствия геометрических осей наружной и внутренней поверхностей изделия (по толщине стенки)
Испытание на саморастрескивание	Проверка влияния внутренних напряжений на разрушение латунных изделий в процессе хранения

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Глава I

Основные металлы для элементов патрона

§ 1. Общие сведения 5
§ 2. Латунь гильзовая 6
§ 3. Биметалл и холоднокатаная малоуглеродистая сталь 8
§ 4. Горячекатаная малоуглеродистая сталь 13
§ 5. Железо „Армко" 13
§ 6. Свинец 13
§ 7. Сталь для бронебойных сердечников 15
§ 8. Металлокерамические сплавы 16
§ 9. Профиль исходных материалов и точность размеров 16
§ 10. Контроль исходного материала 18

Глава II

Основные понятия о технологическом процессе обработки металлических элементов патрона для стрелкового оружия

§ 1. Общая характеристика производственного процесса изготовления патронов 29
§ 2. Характерные особенности патронного производства 30
§ 3. Технологические процессы производства металлических элементов патрона 31

Глава III

Технология вырубки

§ 1. Технология вырубки 72
§ 2. Раскрой материала при вырубке 76
§ 3. Инструмент для вырубки 78
§ 4. Проектирование штампов для вырубки 79
§ 5. Технология отрезки при помощи ножниц 81
§ 6. Проверка точности и качества изделий при вырубке и отрезке 83

Глава IV

Технология свертки

§ 1. Технология свертки 85
§ 2. Инструмент для свертки 97
§ 3. Проектирование сверточного инструмента 99
§ 4. Проверка точности и качества изделий при свертке 104

Глава V

Технология одновременной вырубки и свертки

§ 1. Технология вырубки и свертки 109
§ 2. Инструмент для вырубки и свертки 110
§ 3. Проверка точности и качества изделий при вырубке и свертке 113

Глава VI

Расчет размеров и числа вытяжек

§ 1. Понятие о наклепе 121
§ 2. Выбор величины наклепа при свертке и вытяжках 122
§ 3. Расчет диаметра заготовки для изделий, получаемых вытяжкой 128

Стр.

§ 4. Расчет толщины исходного материала 145
§ 5. Расчет размеров полуфабрикатов и числа операций при вытяжке тел вращения 147

Глава VII

Вытяжки

§ 1. Технология вытяжки 164
§ 2. Инструмент для вытяжки и его крепление 168
§ 3. Проектирование инструмента для вытяжки 179
§ 4. Точность изготовления и контроль изделий при вытяжке 184

Глава VIII

Обрезка и откуска полых тел вращения, полученных вытяжкой или выдавкой

§ 1. Общие сведения 190
§ 2. Инструмент для откуски и отрезки 192
§ 3. Контроль точности изделия при обрезке и откуске 199

Глава IX

Штамповка металлических элементов патрона

§ 1. Общие сведения 202
§ 2. Технология штамповки 206
§ 3. Инструмент для штамповки и его крепление 219
§ 4. Проектирование инструмента для штамповки 224
§ 5. Проверка качества изготовления штампованных изделий 228

Глава X

Расчет размеров полуфабриката и числа операций при обжиме тел вращения. Технология обжима

§ 1. Общие сведения 237
§ 2. Расчет размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении пульных оболочек 237
§ 3. Расчет размеров полуфабриката и числа обжимов при изготовлении гильз 240
§ 4. Технология обжима 245
§ 5. Инструмент для обжима 248
§ 6. Проектирование обжимного инструмента 254
§ 7. Точность изготовления и контроль изделия при обжиме оболочек и гильз 265

Глава XI

Образование затравочных отверстий в гильзах

§ 1. Технология образования затравочных отверстий 269
§ 2. Инструмент для образования затравочных отверстий 272
§ 3. Проектирование инструмента для образования затравочных отверстий . . . 276
§ 4. Точность изготовления и контроль изделий при изготовлении затравочных отверстий 277

Глава XII

Токарная обработка металлических элементов

§ 1. Общие сведения 282
§ 2. Образование фланца и подрезка дульцевой части гильзы 283
§ 3. Изготовление бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали 285
§ 4. Снятие фаски 286
§ 5. Инструмент для обработки резанием со снятием стружки и его крепление 287
§ 6. Проектирование режущего инструмента 290
§ 7. Точность изготовления и контроль изделий 299

Глава XIII

Изготовление свинцовых деталей

§ 1. Общие сведения 304
§ 2. Технология производства свинцовой проволоки и трубок 305
§ 3. Инструмент для прессования свинцовой проволоки 317

Стр.

§ 4. Проверка качества изготовления прутков 318
§ 5. Технология изготовления свинцовых сердечников и рабочий инструмент 320
§ 6. Контроль качества штамповки сердечников 325
§ 7. Технология изготовления свинцовых рубашек 326

Глава XIV

Специальные виды обработки сердечников

§ 1. Изготовление стальных сердечников штамповкой 330
§ 2. Изготовление оживальной части бронебойных сердечников электрорастяжкой 333
§ 3. Изготовление сердечников из порошка железа 337
§ 4. Изготовление сердечников из металлокерамических твердых сплавов . . . 337

Глава XV

Термообработка металлических элементов патрона

§ 1. Общие сведения 344
§ 2. Влияние термической обработки на механические качества и структуру латуни, биметалла и стали, деформированных на холоду (наклеп) 345
§ 3. Факторы, влияющие на выбор режима термической обработки металлических элементов патрона 352
§ 4. Режимы и оборудование для термической обработки гильз 357
§ 5. Термическая обработка нульных оболочек, стаканчиков, трубчатых сердечников и других металлических элементов патрона 368
§ 6. Качество изготовления и контроль термообработки элементов патрона . . . 368
§ 7. Термическая обработка бронебойных сердечников из углеродистой инструментальной стали марки У12А и У12 370

Глава XVI

Технология вспомогательных операций

§ 1. Общие сведения 375
§ 2. Технология травления 375
§ 3. Технология обезжиривания 377
§ 4. Технология омеднения 378
§ 5. Бондеризация (фосфатирование) 378

Глава XVII

Контроль изделий

§ 1. Общие сведения 382
§ 2. Контроль элементов патрона 383
Литература 404
Приложение. Операции, применяемые при изготовлении металлических элементов патронов для стрелкового оружия 405

Техн. ред. *И. М. Зудакин*
Редактор *Ц. М. Ерухимович*

Г03366. Подп. в печать 11/XII 1946 г.
Печ. л. 26 + 2 вкл. Уч.-изд. л. 34.
Тип. зн. в печ. л. 52 300.
Формат 70×108 1/16. Цена в пер. 30 р.
Зак. 496/1117.

Типография Оборонгиза.